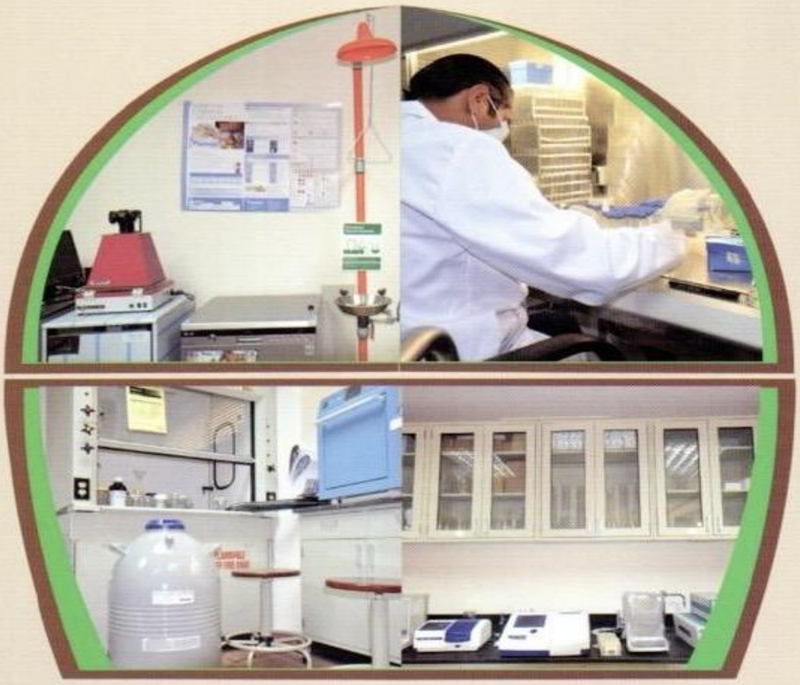
أمن وسلامة المختبرات



أ.د. أحمد محمد عايش
الاستاذ بقسم الأحياء بكلية العلوم والآداب
بخليص - جامعة جدة

د. ناصر بن عطية الحازمي
الاستاذ المشارك بقسم علوم الأحياء
بكلية العلوم - جامعة الملك عبد العزيز

أ.د. منصور بن عطية الحازمي
الاستاذ بقسم علوم الأحياء بكلية العلوم
جامعة الملك عبد العزيز

مكتبة الشقري
Al-Shegrey Bookstore

الطبعة الأولى ١٤٣٦هـ - ٢٠١٥م

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية اثناء النشر
عايش، احمد محمد احمد
امن وسلامة المختبرات. / احمد محمد احمد عايش. – الرياض
1436هـ

179 ص: 17 x 24 سم
ردمك: 7- 8166-01-978

1- المختبرات- اجراءات الامن والسلامة. العنوان
ديوي 852، 614 4943/ 1436

رقم الإيداع: 4943/ 1436
ردمك: 7- 8166-01-978

جدة حي الجامعة
الرياض – العليا – ص.ب 8833 الرياض 11492
هاتف: 0112170227 – فاكس: 0112172094
alshegry@bookstores1.com

أمن وسلامة المختبرات

LAB SAFETY AND SECURITY

المحتويات

مقدمة

المُخْتَبَر أو المَخْبَر أو المَعْمَل هو منشأة تتيح إمكانية إجراء التجارب العلمية والاختبارات والقياسات تحت ظروف قياسية يمكن التحكم بها، وقد يشار للمختبر بكلمة معمل. والمختبر في العموم هو مكان يضم عدد من العلماء أو الباحثين المتخصصين كل منهم له دور خاص به، وتتواجد المختبرات عادة في المنشآت العلمية كالمدارس والمعاهد والكليات والجامعات وكذلك في المستشفيات والمراكز الصحية ومراكز الأبحاث والمؤسسات البحثية إضافة إلى الجهات الحكومية التي تهتم بإجراءات الرقابة والتحقيق وتقديم التوصيات كمراكز البحث والأدلة الجنائية والجهات القضائية ومراقبة الجودة ومراقبة الأغذية ومنافذ الجمارك وغير ذلك.

وأيا كان نوع المختبر والأنشطة التي تمارس فيه لتحقيق أهداف تعليمية أو بحثية أو رقابية فإن هذه المختبرات يتم إعدادها وتجهيزها بأجهزة ومواد ومستلزمات ويقوم بالعمل فيها أفراد مدربون وطلاب وباحثون وفنيون. وإذا كان توفير الأمن والسلامة مطلوب في كل المنشآت ولكل الأفراد فإن هذا يكون أدعى في المختبرات لما تشتمل عليه من أجهزة ومعدات عالية القيمة ومواد مختلفة تجمع بين ارتفاع قيمتها وخطورتها على صحة المتعاملين معها وعلى المجتمعات والبيئة المحيطة. ولا شك أن الخبرة الطويلة والممارسات في المختبرات سواء منها التعليمية أو البحثية أثبتت أن هناك حوادث وإصابات ومخاطر قد تصاحب الأنشطة المختبرية نتيجة عدم المعرفة الجيدة بقواعد الأمن والسلامة الواجب اتباعها أو للتقصير في تطبيق هذه القواعد والتعليمات. ويمكن استشعار حجم هذه المخاطر إذا علمنا أن الأنشطة المختبرية تجمع بين المخاطر الطبيعية والكيميائية والبيولوجية بما فيها مخاطر الإشعاع والكهرباء والحرائق.

واستشعارا منا لضرورة توفر مرجع مبسط باللغة العربية يتناول هذه المخاطر المختلفة وكيفية التعامل معها والتحكم فيها أو على الأقل تقليصها إلى أقل حد ممكن، نقدم هذا العمل الذي نرجو من

الله أن تتحقق منه فائدة للجميع بدءً بأبنائنا الطلاب والطالبات مروراً بزملائنا الباحثين ومساعديهم والفنيين ونهاية بالأيدي العاملة التي ترعى أعمال النظافة وكل من يتعامل مع المختبرات بما فيهم الزوار والجهات الرقابية وغير ذلك، يحدونا قول الله تعالى في كتابه الكريم" **وَأَنْفِقُوا فِي سَبِيلِ اللَّهِ وَلَا تُلْقُوا بِأَيْدِيكُمْ إِلَى التَّهْلُكَةِ وَأَحْسِنُوا إِنَّ اللَّهَ يُحِبُّ الْمُحْسِنِينَ) البقرة/195** ".

ولما كان العلم بالخطر أدعى لتوقيه والحذر منه واخذ الحيطة الكافية حماية للنفس والمال ودرءً لمفاسد تطال البيئة والمجتمعات المحيطة أو القريبة من الأنشطة المختبرية المختلفة، فمن أجل تحقيق هذه الأهداف فإن هذا العمل يتألف من تسعة فصول، الأول منها يناقش باختصار أمن المختبر بعناصره المختلفة سواء كانت أفراداً أو تجهيزات أو منشأة أو معلومات. ويتناول الفصل الثاني المخاطر الطبيعية التي تصاحب أنشطة المختبر من خطر الأدوات الحادة وأنظمة التسخين والتبريد والطرد المركزي والضغط والتفريغ. أما المخاطر الكيماوية فقد أفردنا لها الفصل الثالث لمناقشة جوانب الخطر المتعددة ووسائل الوقاية والحماية المختلفة. وتم تناول المخاطر البيولوجية في الفصل الرابع بالتركيز على السلامة الإحيائية والمخاطر المتعلقة بمختبرات الأحياء الدقيقة حيث ناقشنا المخاطر وطرق الوقاية ووسائل التحكم.

وحيث أن مخاطر الإشعاع لا تقل خطورة إن لم تزيد عن سابقاتها فقد خصصنا الفصل الخامس للتعريف بأهم أنواع الأشعة التي يمكن أن يتعرض لها العاملون في المختبرات وكيفية مراقبتها ورصدها ووسائل التأمين والحماية. ولما كانت مخاطر الكهرباء والحرائق من أشهر المخاطر التي ترتبط بالأنشطة المختبرية فقد أوجزنا أهم المخاطر المرتبطة بهما ووسائل الوقاية والمكافحة وذلك في الفصل السادس.

وكما هو معلوم فإن الأنشطة البحثية تتطلب في أحيان كثيرة الحاجة إلى إجراء تجارب ميدانية (حقلية) فإن الفصل السابع يناقش أهم اعتبارات الأمن والسلامة المطلوبة عند إجراء هذا النوع من الأنشطة البحثية. ورصداً للمخاطر المتنوعة التي تصاحب أنشطة المختبرات فإن زيادة فرص وقوع

حوادث وإصابات طارئة تستلزم أن يتوفر بالمختبر الإسعافات الأولية الضرورية لتقديم المساعدة الأولية وللحد من المضاعفات، وعليه فإن الفصل الثامن تضمن بعض المعلومات الإسعافية وكيفية التصرف مع بعض الحوادث والظروف الطارئة التي قد تحدث في المختبرات .

وباستعراض المخاطر السالفة الذكر فإنه من البديهي أن تنشأ عن هذه الأنشطة مخلفات ونفايات تتسم بالخطورة البالغة مما يستوجب اتباع أساليب علمية تتناسب مع مستويات الخطورة المختلفة لهذه المخلفات لإدارتها بطريقة تضمن حماية المتعاملين معها والتخلص منها بطريقة آمنة بيئيا ، ولذلك ناقشنا في الفصل التاسع إدارة مخلفات المختبرات . وبدافع تحصيل أكبر فائدة ممكنة من هذا العمل فقد أردفنا مجموعة من الملاحق تتضمن بعض المعلومات التي نرى من واقع ممارساتنا أنها تصب في خانة أمن وسلامة المختبرات فضلا عن تيسير الأنشطة التعليمية والبحثية التي تجرى في المختبرات .

والله نسأل أن يبارك في هذا العمل وينفع به كل من قرأه ويجعله في ميزان حسنات كل من شارك في إنجازه وإخراجه وتدريسه وتعلمه، والله من وراء القصد وهو يهدي السبيل .

المؤلفون

الفصل الأول

أمن المختبر

LAB SECURITY

الفصل الأول

أمن المختبر

Lab Security

مقدمة: تأمين المختبرات

المختبرات كغيرها من المنشآت تحتاج إلى تأمين وحراسة وإن كانت المختبرات تعتبر من المنشآت ذات الأهمية الخاصة لما تحتويه من أجهزة ومستلزمات مختلفة وأثاث ومواد ذات طبيعة خاصة من حيث أهميتها وخطورتها.

وبالتالي فإن نظم وقواعد أمن المختبرات ترتبط بتكوين بنية معلوماتية شاملة تغطي جميع الجوانب من حيث الموقع والطابع الاستراتيجي للمختبر وطبيعة الأنشطة التي تمارس داخله وخصائص الأجهزة والأدوات والمستلزمات وكذلك طبيعة الأفراد المشاركين في أنشطة المختبر المختلفة سواء الإدارية منها أو الفنية. وكذلك يجب توفر معلومات تخص أنواع وحجم وطبيعة الأخطار المحيطة بنشاط المختبر والمباني التابعة له من مخازن وغيرها. ويجب كذلك توفر معلومات كافية عن مدى تأثر الأنشطة التي تمارس بالمختبر بالتهديدات الأمنية التي تواجه المختبر ومدى وحجم الخسائر التي قد تترتب على هذه التهديدات والمخاطر الأمنية.

وعملية التأمين والحراسة لمنشأة مثل المختبر يجب أن تأخذ في الاعتبار حجم ونوع الأخطار والتهديدات المتوقعة لمثل هذه المنشأة الهامة وكذلك اختيار ما يناسبها من تقنيات التأمين والحراسة.

عناصر خطة تأمين وحراسة المختبر

أ- العنصر البشري وما يتضمنه ذلك من التحديد الدقيق للمسئوليات والواجبات التي يكلف بها الأفراد القائمين بالحراسة والتأمين ومدى ملائمة هذه المسئوليات والواجبات للزمان والمكان، وهذا يتطلب أفراد على درجة عالية من التدريب والمهارة والإلمام بالمهام المكلفين بها وكيفية التعامل مع الظروف المتغيرة والتعاون مع الجهات المعنية.

ب–الأجهزة والمعدات المستخدمة في عمليات التأمين والحراسة من حيث قدرتها على توفير الحماية للمختبر، والقدرة على مواجهة التهديدات والأخطار المتوقعة. وكذلك القدرة على الاتصال الفعال بين نظام الحراسة والتأمين وبين المنظومات الأمنية الأخرى في محيط موقع المختبر.

ج–المعلومات والتي من شأنها المعرفة الكاملة بتفاصيل البيئة المحيطة بالمختبر والأنشطة التي تدور بداخلة، وكذلك التنبؤ بالخطر والأخطار المتوقعة وتبعاتها. وكذا توفر المعلومات الخاصة بالمعدات والأجهزة والأدوات المتاحة والأفراد كما ونوعا.

ويمكن أن تترجم اعتبارات أمن المختبر إلى أن أمن المختبر له علاقة بسلامة المختبر وبتطوير معايير خاصة بالأمن للمختبر وتحكم في الدخول للكيماويات المستخدمة ومنطقة التخزين والحد من خطر تسريب المعلومات الحساسة وأخيرا توفر خطة طوارئ، ونظام لرفع التقارير.

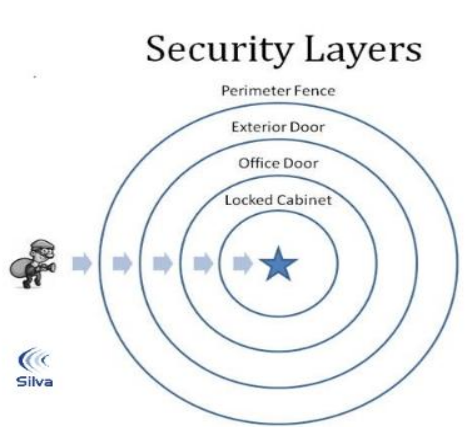
أساسيات أمنية

يجب أن يؤلف برنامج تأمين المختبر بين خليط من المكونات الإنسانية – والمادية – والإلكترونية والعمليات وذلك لإنشاء نظام متكامل، وهذا يتطلب توفر العناصر البشرية المدربة تدريبا ملائما على أمور الحراسة الأمنية وكذا توفر الأمن المادي من أبواب وجدران وحواجز، بالإضافة إلى الاستعانة بالوسائل الإلكترونية الحديثة كنظم الإنذار والدوائر التليفزيونية المغلقة وكذلك تفعيل أمن العمليات كدوريات الحراسة والتحكم في دخول الأفراد. وعندما نخطط لنظام أمن للمختبر، فالأمن يبدأ في الأمتار الأولى من المبنى ثم يزيد تحديداً في المناطق الداخلية الحساسة (شكل 1) حيث تكون الدوائر الأمنية من الخارج إلى الداخل بالترتيب التالي: السياج ثم الباب الخارجي ثم باب المكتب ثم أبواب الحجرات الخاصة.

وعموما فإن نظام الأمن يساعد في:

1– كشف المشاكل المحتملة شاملة الدخول بدون تصريح أو السرقة (أو السطو).

2– إعاقة النشاط الإجرامي بوضع حواجز في شكل أفراد أو ضوابط ومتحكمات في الدخول Access control.



شكل (1) الدوائر الأمنية متحدة المركز

3- التعامل مع المشـــاكل Response to problems حيث يجب أن تشـــمل الخطة الأمنية تحديد مسئولية الأفراد، والإجراءات والسياسات وتعطى فهم واضـح للأدوار التي يقوم بها المتعاملين مع هذه المشاكل سواء من داخل المؤسسة أو من خارجها بما فيها الشرطة.

ومن الوسـائل الحديثة المسـتخدمة في السـيطرة والتحكم في دخول الأفراد للمختبرات ما يسـمى بتكنولوجيا القياس الحيوي Biometric للتحقق من الأفراد عن طريق بصـمة الإصـبع أو بصـمة العين أو غير ذلك (شكل 2).







شكل (2) نظم تحكم الكترونية وقياس حيوي ببصمة العين والأصابع

الحد من خطر المواد المزدوجة الاستخدام في المختبرات

Reducing the Dual – Use hazard of lab materials

هناك مدى واسـع من الكواشـف المختبرية الخطيرة لها خطر إضـافي بسـبب خطر الإرهاب وكذلك خطر إنتاج دواء بطريقة غير قانونية. من الأهمية أن نكون على دراية بالمخاطر المحتملة لســوء الاســتخدام المتعمد سواء من الاستخدام المزدوج أو من الاستخدام المتعدد للكيماويات المختبرية.

فالمســئولون عن تأمين المختبر يجب أن يركزوا على موضــوع الاســتخدام المزدوج للمواد ســواءً المواد البيولوجية مثل الميكروبات الممرضـــة الحية، والســموم البيولوجية أوالمواد المخلقة كيماويا، والســموم الكيميائية، فالأمن يجب أن يضـع في اهتمامه إمكانية أن المختبر نفسـه قد يسـتخدم لتخليق مواد محظورة لأغراض الإرهاب أو لأغراض غير قانونية.

ولذلك يجب أن يتم عمل مراجعة دوريةً وبعناية شديدة لوسائل التحكم في الدخول للمناطق التي تستخدم فيها أو تخزن فيها المواد المزدوجة الاستخدام ومن هذه المواد: اسيتون – أمونيا – هيدروجين بيروكسيد – أوزميوم تيتروكسيد – فوسجين – صوديوم أزايد، صوديوم سيانيد – نيتريك أسيد – كلورين – ايثانول – كلوريد السيانوجين – الكلورنيتيد هيدروكربونات.

(وهذه القائمة من الكيماويات تمثل عينة من الكيماويات التي تستخدم على نطاق واسع في الاستخدام المزدوج). مع الأخذ في الاعتبار عمل تسجيل ومراجعة وجرد لمثل هذه المواد المزدوجة الاستخدام.

إنشاء نظام لأمن المعلومات Establishing information security

لا شك أن تأمين المعلومات له أهمية قصوى مثل تأمين المعدات والخامات، حيث أن انتهاكات الأمن المعلوماتي قد تؤدي إلى وصول معلومات حساسة إلى أيدي الإرهابيين، والمجموعات المعادية أو المجرمين. وفي العادة فإن البيانات تنقسم إلى بيانات عامة متاحة لكل الأشخاص، وبيانات داخل المؤسسة وأقسامها وبيانات مختبرية متاحة للعاملين في المختبر فقط وأخيرا معلومات سرية تتاح فقط للذين يتعاملون معها مباشرة في أضيق الحدود. ولذا يجب تطوير سياسات للأمن المعلوماتي وإجراءات محددة تفصيلية لهذا الغرض، من هذه الإجراءات عمل نسخة احتياطية للبيانات والمعلومات بشكل أساسي ودائم وحفظ هذه النسخ الاحتياطية سواء في المخازن المؤمنة ضد الحريق أو في المرافق المركزية (مثل مرافق تكنولوجيا المعلومات للمؤسسة).

تقييم حالة الحساسية الأمنية:

Security Vulnerability Assessments (SVA)

الغرض من هذا هو التعرف على الأخطار الأمنية المحتملة للمختبر، وتقدير حجم الخطر، وكفاءة النظم الموجودة حالياً في المكان. وهذا التقييم (SVA) يساعد في تقدير التخطيط الأمني الذي يحتاجه المختبر. ولإنجاز هذا التقييم نبدأ بالتجول في محيط المختبر، والتركيز في هذا التقييم على مناقشة الأفراد الذين يتعاملون مع الكيماويات والإجراءات والبيانات وهناك قائمة تشمل أهم عناصر المراجعة والتي تعد **جزءً من تقييم الحالة الأمنية ومنها ما يلي:**

1- المخاطر التي ترتبط بتاريخ المؤسسة (على سبيل المثال أن تكون هناك حوادث سابقة بسرقة المواد من المختبر، أو تخريب، أو سرقة المعلومات الأمنية، أو حدوث احتجاجات).

2- تواجد الكيماويات أو المواد البيولوجية أو المواد المشعة أو المعدات أو الخامات المختبرية التي لها احتمال استخدام مزدوج.

3- البيانات الحساسة أو البرامج والنظم الحاسوبية.

4- منشآت رعاية الحيوانات.

5- حالة البنية التحتية (على سبيل المثال مداخل خطوط الطاقة، الإضاءة الضعيفة).

6- النظم الأمنية في المكان (الموقع) (على سبيل المثال، التحكم في الدخول، الكاميرات، التدخل لكشف التسلل).

7- تعريف وتمييز أفراد المختبر بمثل الشارات Badges ومرافقة أو اصطحاب الزائرين أو ما شابه ذلك.

8- ثقافة المؤسسة (مثل ترك المعامل مفتوحة – عدم سؤال الزائرين أو استجوابهم).

9- خطة الأمن في الموقع.

10-التدريب ومدى الدراية لدى العاملين بالمختبر.

الإدارة الأمنية Managing Security

الشـــخص المســـئول عن إدارة الأمن بالمختبر يجب أن يكون لديه الحد الأدنى من المعلومات الأساسية للأمن، من فهم المخاطر ونقاط الضعف ولديه مستوى مناسب من المسئولية والسلطة. والأمن يجب أن يكون جزء متكامل في برنامج التدريب على سـلامة المختبر، حيث يجب تدريب كل الأفراد على فهم واســـتخدام معايير وإجراءات أمن المختبر بالإضـــافة إلى الإجراءات الأمنية. وهناك العديد من الإجراءات التي تزيد من الفعالية الأمنية مثل الحد بقدر الإمكان من اســـتخدام الكيماويات الخطرة لتقليل الخطر المحتمل والحد بقدر الإمكان من توريد المواد الخطرة بطريقة يدوية وكذلك تقليل مدة التخزين التي تحتاجه مثل هذه المواد الخطرة وقصـــر التعامل مع هذه المواد الخطرة على الذين لديهم فهم من ناحية سلامتها ومخاطرها الأمنية وفي النهاية معرفة ماذا يمكن عمله في حالات الطوارئ والتهديدات المختلفة. ويجدر بالذكر أن هناك مواد أخرى تحتاج عناية أمنية إضـــافية مثل المواد البيولوجية والمواد المعدية كبعض الكائنات الحية بما فيها الفيروســـات والبكتريا والفطريات وعناصـــرها الوراثية والتي تســـبب خطراً للأفراد والمجتمعات نظرا لأن هذه المواد البيولوجية تســـبب مشـــاكل فريدة من نوعها حيث أنها قادرة على التكاثر، لذلك فإن سرقة كميات صغيرة جداً منها يشكل خطرا داهما وبالمثل فإن تأمين حيوانات التجارب والباحثين المتعاملين معها وكذلك تأمين المواد النشـطة إشـعاعيا أو المعدات النى ينتج عنها إشـعاع في المختبرات يجب أن يولى أهمية خاصة وإجراءات أمنية مشددة.

شكل (3) يوضح إشارات وعلامات السلامة الواجب اتباعها في المختبرات

(راجع الملاحق في نهاية الكتاب)

1-اشارات المنع باللون الأحمر



2- اشارات خطورة المواد الكيماوية باللون البرتقالي



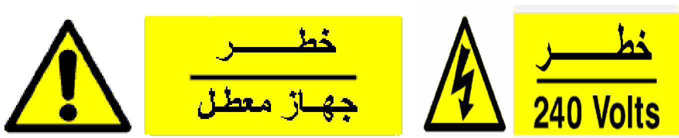
3- الاشارات الاجبارية باللون الأزرق



4- اشارات الاستدلال والمعلومات باللون الأخضر



<u>5- اشارات التحذير باللون الأصفر</u>



الفصل الثاني

المخاطر الطبيعية في المختبرات

Physical Hazards

الفصل الثاني

المخاطر الطبيعية في المختبرات

Physical Hazards

مقدمة:

تتنوع المخاطر التي يمكن أن يتعرض لها العاملون في المختبرات بين المخاطر الطبيعية والمخاطر البيولوجية (الحيوية) والمخاطر الكيميائية، ولتفادي التعرض لهذه المخاطر يجب التعرف عليها كما ونوعا من أجل اتخاذ التدابير المناسبة من إجراءات وتعليمات تشغيل وملابس ومعدات واقية وغير ذلك من أجل تقليل هذه المخاطر إلى الحد الأدنى إن لم نستطع تفاديها كلية.

والمؤكد أن العمل في المختبرات تحت ظروف آمنة يحقق الأمن والسلامة في المقام الأول للقائم بالعمل نفسه ثم للعاملين الآخرين بالمختبر وبالضرورة لزائري المختبر وفي النهاية فإن المستفيد الأهم هو نتائج البحوث والتجارب التي تجرى بالمختبر.

ومن الناحية القانونية فإن تحقيق الأمن والسلامة في المختبرات يجب أن يكتسب قوة القانون لضمان عدم التسبب في تعريض الآخرين للخطر وعدم إساءة استخدام معدات السلامة، وتعرض المخالفين لقواعد الأمن والسلامة في المختبرات لعقوبات كبيرة ويشهد على ذلك سن قوانين مثل قانون إدارة السلامة والصحة المهنية عام 1999 وقانون التحكم في المواد الخطرة على الصحة عام 2004.

ولتحقيق السلامة في المختبرات هناك قواعد عامة يجب الإقرار بها وإعطائها الاهتمام اللازم لكونها لها علاقة مباشرة أو غير مباشرة باعتبارات السلامة في المختبرات نذكر من هذه المسلمات ما يلي:

- موقع المختبر –تصميم مباني المختبر–التصميم الداخلي–مخزن المختبر (خارج المختبر) – بنشات / طاولات العمل–دواليب الغازات–خدمات غسيل الزجاجيات–خدمات المختبر (ماء–بخار–غاز–صرف........)
- –نظام التهوية–كبائن الأمان الحيوي–كبائن السوائل القابلة للاشتعال–بنشات (طاولات) الأجهزة والمعدات–بنشات مضادة للذبذبات–كمبيوترات المختبر –أجهزة قياس الاختبارات–أجهزة الطرد المركزي–الأفران–المعقمات –الحضانات–المبردات والمجمدات.

- مدى توفير مساحة كافية للحركة–ترك منطقة عمل حول كل جهاز أو طاولة لا تقل عن 1 متر–الممرات الرئيسية لا يقل عرضها عن 1,5 متر داخل المختبر–البنشات (الطاولات) مصنعة من مادة مقاومة للكيماويات. وبالإضافة لما سبق يراعى في تصميم المختبرات أيضا
- ضرورة كون خزانات حفظ الكيماويات في مستوى النظر.
- توفير مخارج طوارئ تفتح إلى الخارج وتكون مقاومة للحريق.
- توفير طفايات وبطانيات حريق قرب المخارج.
- توفير نظام تهوية متجددة ووسائل تكييف مناسبة.
- ضرورة كون الأرضيات من مواد لا تسبب الانزلاق ومقاومة للكيماويات.
- توفير مفاتيح رئيسية لمصادر الماء والكهرباء والغاز.
- أنابيب تصريف المياه من المختبر تكون مصنعة من مواد مقاومة للكيماويات.
- توفير غرف تحضير للمختبر.

وبالنظر للاعتبارات السابقة فإن عدم الوفاء بهذه المتطلبات سوف يؤثر بشكل مباشر أو غير مباشر على سلامة وأمن المختبر. وفيما يلي نركز على أهم المخاطر الطبيعية التي يتعرض لها العاملون في المختبرات:

أولا: المخاطر الناشئة عن استخدام الزجاجيات في المختبر Glassware use

يعتبر الزجاج المكسور واحد من أشهر مسببات الجروح في المختبر ولتقليل فرص حدوث قطع أو جروح، نلتزم بالدقة والحساسية والحرص في التعامل مع الأدوات الزجاجية. (شكل 4) وأولها أن يراعى تفحص الأدوات الزجاجية من حيث وجود شروخ أو مظاهر كسور فيها قبل الاستخدام، وإذا أردنا قطع الزجاج فيجب استخدام وسائل حماية لليد ونستخدم الصقل بالنار (Fire-polish) لكل الأسطح المقطوعة وينفذ ذلك فنيين محترفين.



شكل (4) تجميع الزجاج المكسور والمخلفات الزجاجية في صناديق خاصة

ولخفض خطورة الجروح من هذه الزجاجيات يراعى استخدم زجاجيات ذات سمك كبير وزجاجات دائرية القاع لعمليات التفريغ. حيث الزجاجيات المسطحة القاع ليست بقوة الزجاجيات الدائرية القاع Round والزم الحرص والعناية عند تداول زجاجيات التفريغ لمنع الاندفاع المفاجئ، ولأن الحاويات الزجاجية الكبيرة تكون حساسة للصدمة الحرارية، فيجب تسخنيها أو تبريدها ببطء، ولذا يفضل استخدام البيركس أو الزجاج المعامل بالحرارة لعمليات التسخين الحراري.

ثانيا: مخاطر من استخدام الحرارة العالية (التسخين)



شكل (5)فرن للحرارة العالية

أ- أنظمة التسخين Heating systems

تأتي نظم التسخين في المرتبة الثانية في إصابات المختبرات (بعد الزجاج) وخاصة التي تستخدم في التسخين مواقد الغاز حيث أن هذه النظم تكون مطلوبة لإمدادنا بالحرارة المطلوبة لتفاعل معين أو لعملية فصل وهذه الأجهزة تشمل مواقد الغاز (المفتوحة) المباشر وحمامات الهواء أو الزيت، الأفران (أفران الاحتراق) Furnace ذات الحرارة العالية جداً (شكل 5) وأسطح التسخين Hot plates. ونظم الترميد .Ashing systems وحلة منتل .Heating mantles والأفران العادية .Ovens وأفران الميكروويف.

ولتفادي المخاطر التي تصاحب أنظمة التسخين في المختبر يراعى التأكد قبل استخدام أي أداة تسخين كهربائية من أن وحدة التسخين بها تحكم أتوماتيكي بالإغلاق عند ارتفاع درجة الحرارة عن الدرجة المطلوبة، ويجب التأكد أيضا من أن حمامات التسخين مزودة بمؤقت Timer لضمان أنها سوف تتوقف عند الأوقات المحددة، مع العلم أن الكيماويات الساخنة يمكن أن تسبب تلف أكثر وبسرعة أكثر من نفس المادة الكيماوية ذاتها على درجة حرارة أقل. ولا شك في أن استخدم دولاب غازات الكيماويات عند تسخين مذيبات قابلة للاشتعال أو تكون لهب له أهمية قصوى مع ضرورة أن تجهز المعدة (الجهاز المستخدم في التسخين) بحيث لا يهرب منها أي أبخرة لتحتك بأي أسطح ساخنة أو أي مواد لها وميض.


شكل (6) علامة تحذير من وجود سطح ساخن

ومن الإجراءات الوقائية المفيدة في مثل هذه الأحوال استخدام قفازات مقاومة للحرارة ومناسبة لتداول أو التعامل مع المواد الساخنة والمعدات الساخنة وعدم ترك حمامات الزيت تعمل بدون مراقبة وأن يكون استخدام اللهب المباشر في أضيق الحدود ووضع علامات التحذير المناسبة (شكل 6).

ثالثا: مخاطر من الحرارة المنخفضة

أ- السؤال الفائقة التبريد Cryogenic liquid



Dewar Flask

شكل (7) قارورة ديوار



Cryo Vessels

شكل (8) وعاء للسوائل الفائقة التبريد

هذه السوائل المبردة تعتبر خطر بسبب الخصائص الكيميائية والطبيعية لحالتها الفائقة التبريد. هذه السوائل يمكن أن تسبب انفجارات – حرائق – اختناق، تدمير وتلف الأنسجة، أو تغيير في التركيب البنائي للمواد، لذا يمنع ملامستها للجلد أو العين، ودائماً نلبس واقي العين ويفضل قناع الوجه، ولا نستخدم القفازات التي يمكن أن تجمد الجلد ويراعى حفظ هذه السوائل بعيداً عن مصادر الاشتعال وتخزن في منطقة جيدة التهوية.

وعادة تخزن السوائل الفائقة التبريد في أواني مزدوجة الجدار ومعزولة مثل فلاسكات dewar (شكل 7 و8) ويتم تداولها بحذر وحرص. ويراعى أن نقوم بتبريد الأوعية التي نستقبل فيها هذه السوائل الفائقة التبريد قبل استخدامها حتى لا تحدث لها صدمة حرارية وتتكسر.

وللتعامل مع هذه السوائل الفائقة التبريد يجب استخدام ملاقيط لوضع أو إزالة الأغراض في السوائل المبردة، فالمطاط والبلاستيك قد يصبح متصلب ويتشقق في البرودة الشديدة، لذلك يتم تداول هذه الأغراض بحرص عند إزالتها من السوائل المجمدة ووضع علامات التحذير المناسبة (شكل 9)



شكل (9) علامة تحذير من حرارة منخفضة جدا

ب–الثلاجات (البرادات) والمجمدات Refrigerator/freezers

استخدام الثلاجات لتخزين الكيماويات يمثل خطراً لعدة أسباب منها أن العديد من المذيبات القابلة للاشتعال لاتزال تتطاير أو تتبخر على درجة حرارة الثلاجات، ودرجة حرارة الثلاجات (البرادات) بطبيعتها أعلى من نقطة الوميض Flash point لمعظم السوائل القابلة للاشتعال Flammable بالإضافة إلى ذلك فإن منطقة التخزين التي تحتوى ثلاجات تحتوى على مصادر عديدة للاشتعال تشمل الثرموستات، أو الضوء الصادر عن فتح مفاتيح الكهرباء وكذلك المسخنات وفوق ذلك، الضاغط (المكبس) Compressor والدوائر الكهربية Electrical circuit وكذلك الأجزاء الموجودة في قاع الوحدة حيث أن أبخرة الكيماويات يحتمل تراكمها فيها حيث أنها غير محكمة الغلق. وعموما فإن الثلاجات الآمنة والغير قابلة للانفجار عادة تمنحنا حماية كافية لتخزين الكيماويات في المختبر على سبيل المثال فهذه الثلاجات الأمنة التي تصمم لاستخدامها مع المواد القابلة للاشتعال يراعى فيها أن المكونات التي يمكن أن تسبب شرر (Sparkle) تكون موضوعه في خارج الثلاجة والثلاجات المضادة للانفجار (Explosion –proof refrigerators) تكون مطلوبة في المناطق التي قد تحتوي على مستويات عالية من الأبخرة القابلة للاشتعال (على سبيل المثال غرف تخزين الكيماويات).



شكل (10) لوحة تحذر من استخدام ثلاجات الكيماويات في تخزين الطعام أو الشراب

وللمساعدة في ضمان السلامة عند استخدام المبردات والمجمدات فيراعى عدم تخزين الكيماويات القابلة للاشتعال في الثلاجات العادية (المنزلية), وبالعكس لا يحزن الطعام أو الشراب في ثلاجة أو فريزر المختبر ووضع العلامات الدالة على ذلك (شكل 10).

ومن المهم جدا التأكد من أن كل الثلاجات مكتوب عليها بطاقات بيانات واضحة المعالم لتوضيح التخزين المناسب (شكل 11). وبخصوص تحديد الثلاجات الآمنة والثلاجات الغير قابلة للانفجار يجب أن يتم بواسطة بطاقة بيانات المصّنع Manufacturer. وكذلك فإن الثلاجات المستخدمة لتخزين الأطعمة يجب أن يكتب عليها بطاقة "للطعام فقط "For food only"



شكل (11) لوحة تلزم باستخدام هذه الوحدة لتخزين الطعام فقط ومنع وجود كيماويات في هذه الوحدة

رابعا: مخاطر من أسطوانات الغاز المضغوط Compressed Gas cylinders

تعتبر أسطوانات الغاز المضغوط في المختبر خطر طبيعي وكيماوي فإذا تم تداول أسطوانات الغاز المضغوط بطريقة غير صحيحة فقد تكون قاتلة. وإذا كسر صمام الأسطوانة فإنها تعمل كقذيفة أو كصاروخ Rocket كذلك فإن التعرض لبعض الغازات مثل كبريتيد الهيدروجين Hydrogen sulfide من خلال التسرب من الأسطوانة يمكن أن يكون قاتلاً.

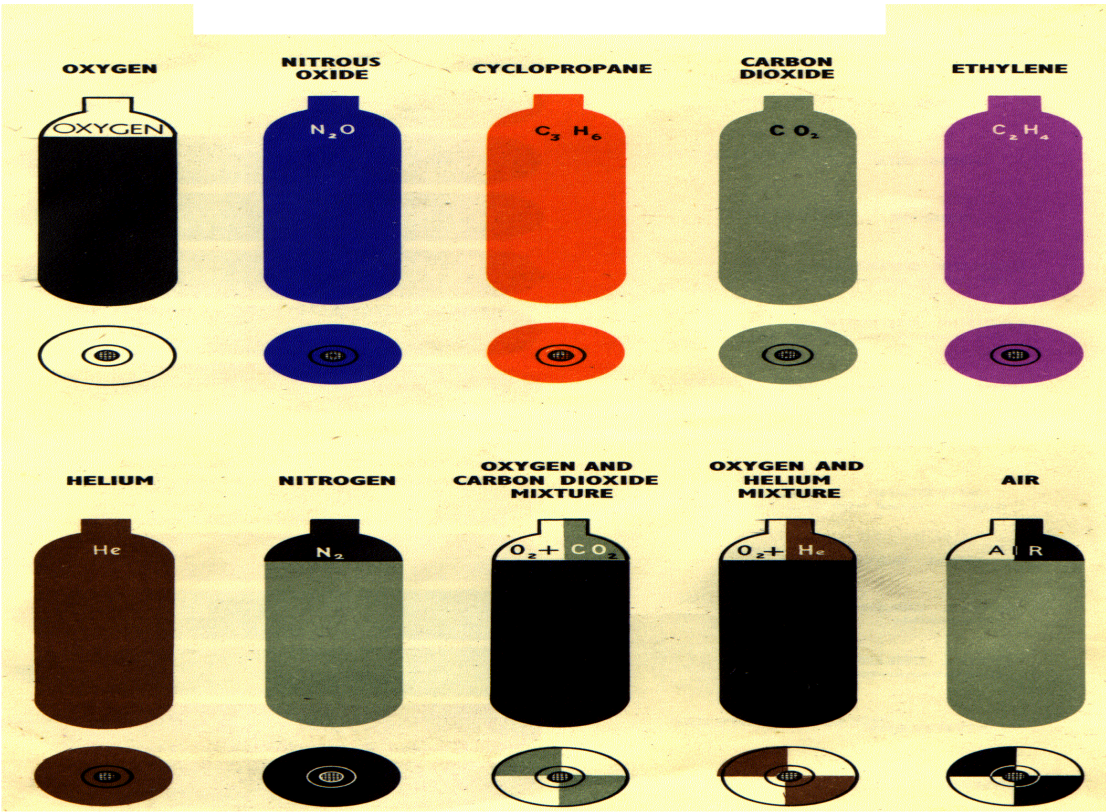
تخزين الأسطوانات الكبيرة للغاز المضغوط (50 بوصة)

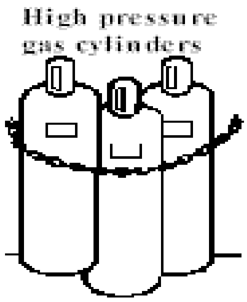
- يجب تصميم مباني تناسب تخزين الإسطوانات الكبيرة المملوءة والفارغة ويتم استخدام أحزمة أو سلاسل لضمان أمان الأسطوانات وتثبيتها في الحائط (الجدار) أو رف الإسطوانات Rack cylinder ويمنع قبول أي إسطوانة إذا كان غير مدون عليها نوع المحتويات بها أو أن يكون غير واضح وبالرغم من وجود كود ألوان(راجع الملاحق في نهاية الكتاب) لتعريف الإسطوانات فإنه لا يجب قبول أي أسطوانة بناءً على كود الألوان فقط ، أو إذا كان كود الألوان غير متوافق مع الاسم المطبوع عليها (شكل 12)، ولتأمين نقل هذه الإسطوانات فيستخدم عربات خاصة لنقل الأسطوانات cart متوافقة مع سلسلة الأمان. ويمنع تحريك الإسطوانات بدحرجتها على الأرض أو إذا لم يكن غطاء الأسطوانة مركب عليها في مكانه.
- وبخصوص تخزين هذه الإسطوانات يجب رص الأنابيب فرادى وليس كمجموعة واحدة وذلك في مكان جيد التهوية وحتى الإسطوانات الفارغة يجب أن تؤمن مع عدم إزالة غطاء الأمان للأسطوانة

قبل أن تؤمن الأسطوانة. ويجب وضع غطاء الأنبوبة عليها قبل إعادتها لمنطقة التخزين مع ضمان عدم وجود مصادر حرارة أو شرر أو لهب أو ضوء الشمس المباشر (شكل 13و14و15)، ومن دواعي الأمان أيضا ألا نحتفظ بالمختبر إلا بالأسطوانات الضرورية للعمل الجاري بالمختبر فقط.

1- في حالة وجود أسطوانات بها مواد مؤكسدة أو قابلة للاشتعال فيلزم تخزينها معزولة عن بعضها بمسافة على الأقل 20 قدم، كما يلزم فقط استعمال المنظم المخصص والمرخص به لنوع الغاز في الإسطوانة والتأكد قبل الاستخدام من صلاحية كل الوصلات من حيث عدم التسريب، واستخدم محلول صابون ومراقبة حدوث فقاعات.

شكل (12) يوضح كود ألوان أسطوانات الغازات المضغوط





شكل (13) تأمين أسطوانات الغاز المضغوط بتثبيتها لتجنب سقوطها



شكل (14) التخزين الآمن لإسطوانات الغاز



شكل (15) إشارة تدل على وجود خطر من غاز سام

خامسا: مخاطر من أنظمة الضغط Pressurized systems



شكل (16) إشارة تدل على وجود خطر ضغط عالي

المعاملات التي تتطلب ضغط عالي تؤدي إلى خطر مادي إذا حدث بالمُعِدة أو الجهاز المستخدم أي تلف. وبصفة عامة فإن عمليات الضغط العالي يجب أن تتم فقط في معدات مصممة خصيصاً لهذا الاستخدام وكذلك يتم تنفيذها بواسطة الأشخاص المدربون على استخدام هذه المعدات. والنظم التي تعمل بالضغط يجب أيضاً أن تكون مزودة بصمام أمان Relief valve أيضا وهذه النظم التي تعمل بالضغط يجب أن تكون محاطة بدرع واقي ويجب ألا تعمل في مكان عمل إلا إذا ضمنت لها ظروف عمل آمن. (وفي حالة عدم توفر ظروف عمل آمنة مؤكدة يكون إجباريا العمل مع هذه المعدات بالتحكم من بعد). ويفضل عند العمل تحت ضغط عالي مراعاة تطبيق العمل بالتحكم عن بعد كلما كان ذلك ممكنا، أو في مواضع بعيدة عن الأشخاص. ونحاول بقدر الإمكان تقليل الضغط والحجم والحرارة، بحيث أن الطاقة المخزنة المنتظر انطلاقها تكون متناسبة مع الحجم الكلي والضغط (هناك اختبارات ثقة يمكن إجراؤها لضمان أن المكونات الخاصة بالنظام الذي يعمل في الضغط سوف يتحمل أقصى ضغط مسموح به للعمل). ومن المهم أيضا العمل في حدود ظروف التصميم، بمعنى ألا يزيد الحد الأقصى للضغط المستخدم في العمل عن المسموح به في التصميم ولا تترك النظام الذي يعمل بالضغط بدون مراقبة كما يجب وضع الإشارة التحذيرية المناسبة (شكل 16).

سادسا: مخاطر من النظم التي تعمل بالتفريغ Vacuum systems

النظم التي تعمل بالتفريغ لها نفس مخاطر العمل بالضغط العالي فخطوط التفريغ والأدوات الزجاجية تحت ضغط الحجرة يمكن أن تنفجر. فالزجاج المتطاير ليس هو الخطر الوحيد ولكن هناك خطر آخر هو من الكيماويات السامة التي قد تكون موجود في النظام بالإضافة لخطر الحريق (على سبيل المثال لو كان هناك مذيب مخزن في الحاوية).



شكل (17) مضخة تفريغ

ومن الاحتياطات التي يجب اتخاذها لضمان السلامة من النظم التي تعمل بالتفريغ منها ضمان عدم وجود كيماويات قابلة للاشتعال بالقرب من مضخة التفريغ (شكل 17) واستخدام مصيدة على خط التفريغ لمنع وصول السوائل إلى المضخة أو في خط التفريغ وكذلك توفر تهوية كاملة للمكان الموجود به مضخة التفريغ.

ويجب ملاحظة أن الزجاجيات المستخدمة في عمليات التفريغ قد تؤدي إلى خطر تكسرها ولخفض الإصابات من انتشار حطام وشظايا الزجاج يراعى استخدام زجاجات مخروطية (دائرية القاع) سميكة الجدران في عمليات التفريغ ولصق الزجاج المستخدم بشريط لمنع الزجاج المتطاير من الانتشار والاندفاع بقوة ولذا يجب فحص الزجاج الذي سوف يستخدم في نظام تفريغ بحرص قبل وبعد كل استخدام، واستبعاد أي زجاج حدث به تصدع أو تشقق أو كسر أو حدث له أي تأثر نتيجة قوة التفريغ.

سابعا: مخاطر من معدات المختبر Laboratory Equipment Hazards

من المعروف أن التعود على شيء ينتج عنه إهمال وعدم اهتمام بالمخاطر المحتملة بالمختبر، حيث أن العمل في هذه البيئة يوم بعد يوم بدون وقوع مشاكل سلامة غالباً ما يتسبب في أن العاملين بالمختبر ينسون طبيعية هذه المخاطر المحتملة والمرتبطة ببيئة العمل.

والمطلوب هو ألا نقلل من المخاطر المصـــاحبة للمختبرات ولا نتهاون. فعلى ســبيل المثال فإن الأجهزة والمعدات التي تعمل بفولت عالي أو ضـــغط عالي أو ســـرعة عالية أو حرارة عالية يحتمل منها الخطر ومثل هذه المعدات يجب فحصها وصيانتها دورياً والعناية بها لخفض المخاطر الناجمة عن حدوث عطل أو تخريب لها. وعديد من هذه القطع من المعدات والأجهزة التي تســتخدمها قد تســبب لك خطر ولذلك

فعندما تستخدم أي معدة لابد من استخدم المعدة الصحيحة (المناسبة للعمل) ومعرفة كيفية تشغيل المعدة أو الجهاز وفحص المعدة وعدم إجراء أي تعديل في نظام تشغيل المعدة ولا تهاون في أدوات ووسائل الأمان والسلامة الخاصة بالمعدة أو الجهاز.

- ومن المهم جدا ودائماً فحص المعدة قبل الاستخدام والمحافظة على كون المنطقة حول الجهاز أو المعدة خالية من المواد التي تعوق تشغيلها، وهناك خطر آخر محتمل من تشغيل المعدة هو إنتاج هباء جوي Aerosol (وهذا يعنى الحالة الطبيعية للجسيمات السائلة أو الصلبة المعلقة في الهواء) وهذه الجسيمات المعلقة قد تشتمل على مواد معدية ومواد خطرة يمكنها أن تسبب خطر شديد محتمل حيث أنها إذا استنشقت فإنها تخترق الجهاز التنفسي وتسبب له أضرار، و قد تبقى هذه الجسميات معلقة لفترة طويلة من الزمن في الهواء، كما أن جسيمات الأيروسول (الهباء الجوي) هذه يمكن بسهولة أن تلوث المعدات ونظم التهوية وتلوث الجلد.

ومن أمثلة الأجهزة التي تؤدي إلى إنتاج هذه الجسيمات/الهباء الجوي (Aerosols) جهاز الطرد المركزي – الخلاط – الهزار – الخلاط مع المقلب – جهاز تكسير الخلايا بالموجات فوق الصوتية (Sonication)– الماصة – خلاط فورتكس – المحاقن (السرنجات) والأبر – الأمبولات المغلقة تحت ضغط – المجرشة – الهون والمطحنة.

ولتقليل أو منع الخطر الناتج عن الهباء الجوي أو الأيروسولات (الجسيمات المعلقة في الهواء) يجب العمل في BSC كابينة الأمان الحيوي أو دولاب الغازات. والتأكد من إغلاق الأنابيب بإحكام في حالة هزها أو عمل طرد مركزي لها والسماح للهباء الجوي (الأيروسولات) للترسب من 1–5 دقائق قبل فتح جهاز الطرد المركزي أو الخلاط أو الأنبوبة. ومن المفيد في مثل هذه الظروف استخدم الماصة الميكانيكية (الأوتوماتيكية).

1- أجهزة الطرد المركزي Centrifuges




شكل (18) يوضح أجهزة طرد مركزي مختلفة

يمكن أن ينتج نوعين من الخطر الشـــديد من جهاز الطرد المركزي هما الخطر الميكانيكي أو انتشـــار جســيمات هباء جوي Aerosol. وحيث أن الخطر الأكثر شــيوعا مع جهاز الطرد المركزي هو كســر الأنابيب بداخله في حالة السرعات الكبيرة فمن الضـروري ضـبط التوازن حتى لا تتكسـر الأنابيب ويجب استخدام السرعات الموصى بها من المصنع، ويجب الانتظار حتى يتوقف الجهاز تماماً قبل أخذ العينات منه ويجب تنظيف الجهاز جيداً بعد الاستخدام، وهناك مجموعة من الإرشادات في هذا الصدد منها على سـبيل المثال أنه عند تحميل الأنابيب في الجهاز يجب اختبار الأنابيب من حيث عدم وجود أي إشـارات تدل على عدم تحملها الضغط وكذلك يجب التخلص من الأنابيب التي تتكسر، كذلك يجب فحص المكان الذي سوف توضـع فيه الأنبوبة في الجهاز، حيث يجب إزالة أي زجاج أو شوائب ومواد أخرى من الجزء المطاطي الذي يحيط بالأنبوبة (Rubber cushion). ويجب اســتخدم جهاز الطرد المركزي فقط عندما يكون مزود بإغلاق ذاتي طالما الدوار (Rotor) يعمل والعكس صـــحيح أي أن الغطاء يفتح عندما يتوقف الدوار تماماً. ومن الأمور الهامة في هذا الصـدد إيقاف الجهاز إذا لاحظت أي أشـياء غير عادية مثل الذبذبة أو الاهتزاز أو الضوضاء (صوت عالي).

تقطير المذيبات العضوية Distillation of organic solvents

هناك خطر محتمل من التقطير ينشأ عن الضغط المتكون، والمواد القابلة للاشتعال، واستخدام الحرارة لتبخير الكيماويات. لذا يجب الحرص الشديد أثناء بناء نظام التقطير لنضمن فصل فعال ولمنع حدوث تسرب والذي قد يكون سبب في الحريق أو التلوث، ويجب أن تكون هناك احتياطات كبيرة مع التقطير والتفاعلات خاصة عندما يتم ذلك ليلا حتى صباح اليوم التالي Overnight.



شكل(19)   أجهزة تقطير دوار تحت تفريغ



ويمكن رصد بعض الأمور الهامة التي يجب وضعها في الاعتبار عند إجراء عمليات تقطير المذيبات باستخدام أجهزة التقطير الدوارة تحت تفريغ (شكل 19) تتمثل في منع حدوث تسخين زائد Overheating عن طريق ضمان أن كل الفتحات والوصلات محكمة الربط و استخدم كرات تنظيم الغليان (Boiling chips) أو قضبان التقليب Stir bar لمنع الفوران أثناء التقطير، أو التكثيف، أو الإجراءات المشابهة. ويجب الحذر عندما تقوم بتقطير كيماويات من أنواع معينة يمكن أن تتأكسد ذاتياً Autoxidize وتتراكم بالتالي البيروكسيدات، حيث أن البيروكسيدات يمكنها إحداث فرقعة/تفجر (Explode) عندما تسخن وتركز أثناء التقطير.

2- مخاطر عند استخدام الأوتوكلاف (المعقم بالبخار) Autoclave

المعقم بالبخار (الأوتوكلاف) (شكل 20) يستخدم في عديد من المناطق لتعقيم المواد بواسطة حرارة عالية وضغط فالسخونة (132°م [270°ف] والضغط (30 30psi) والبخار الذي يتولد في الأوتوكلاف قد يؤدي إلى خطر حروق شديدة من الاحتكاك أو التلامس مع البخار الذي يخرج من الوحدة. كذلك يمكن حدوث إصابات من انفجار وتكسر الأوعية الزجاجية نتيجة تأثير الحرارة، وقد يحدث جروح وحروق خلال فتح وتفريغ الوحدة. كذلك فإن الحروق يمكن أيضاً أن تحدث من سوء تداول الأوعية المحتوية على سوائل ساخنة، وبالإضافة لما سبق فإنه بسبب ظروف التشغيل والأبخرة المتولدة داخل الأوتوكلاف، فيمكن بسهولة أن يحدث عطب إذا لم يتم صيانتها.

وحيث أن كل معقم بالبخار (أوتوكلاف) له مواصفات وخصائص معينة، فإنه يكون من المهم أن نقرأ ونفهم جيداً تعليمات التشغيل الخاصة بالمصنع قبل استخدام الأوتوكلاف للمرة الأولي. وكقاعدة عامة

"لا تعقم بالأوتوكلاف أي سوائل متطايرة أو قابلة للاشتعال". "Never autoclave any flammable or volatile liquids"

ومن المعلوم أن معظم –إن لم يكن كل الأوتوكلافات (المعقمات بالبخار) –لها نظام سلامة داخليSafety interlocks يمنع العمل إذا كان الباب غير مغلق تماما. وإذا لم يكن الأوتوكلاف مزود بهذه الخاصية ففي مثل هذه الحالة يلصق على الأوتوكلاف جملة "أسطح ساخنة ابتعد" ، كذلك يجب ألا تخزن المواد القابلة للاشتعال بجوار الأوتوكلاف.



شكل (20) يوضح أنواع مختلفة من المعقم بالبخار "الأوتوكلاف"



ومن المفيد عند تشغيل الأوتوكلاف (المعقم بالبخار) التأكد من أنه على وضع"OFF" متوقف وضغط البخار منخفض قبل فتح باب الأوتوكلاف، وأن يتم فتح الباب ببطء (بهدوء)، وجعل الرأس واليدين والوجه بعيدين عن فتحه باب الأوتوكلاف (المعقم بالبخار). كما يجب أن ننتظر ما لا يقل عن 30 ثانية بعد فتح الباب قبل النظر أو التعامل مع الأوتوكلاف، وقبل أخذ الأغراض من الأوتوكلاف ننتظر 5 دقائق قبل أن نأخذ الحاويات الزجاجية الجافة فقط وانتظر 10 دقائق قبل أن تأخذ السوائل المعقمة. مع توخي الحذر عندما نخرج الأغراض من الأوتوكلاف وذلك بارتداء قفازات مقاومة للحرارة/ طويلة واستخدام زجاجات ونظارات الوقاية والنظارات المزودة أو المعاملة بمحاليل مانعات للضباب. كما يراعى ترك الزجاجيات تبرد لمدة لا تقل عن 15 دقيقة قبل الإمساك بها أو لمسها بدون قفازات (شكل 21) كما يجب ترك الحامل المحتوي على السوائل المعقمة ساعة كاملة قبل لمسهم بالأيدي بدون قفازات.



شكل (21) أنواع مختلفة من القفازات للحماية من الحرارة

الفصل الثالث

المخاطر الكيماوية في المختبرات

Chemical Hazards

الفصل الثالث

المخاطر الكيميائية في المختبرات

Chemical Hazards

مقدمة

يتعرض العاملون في المختبرات لمخاطر الكيماويات جنبا الى جنب مع التعرض للمخاطر الطبيعية والبيولوجية. لذلك فانه من الضروري جدا أن يكون لديهم معلومات كافية عن التأثيرات السامة لهذه الكيماويات، وطرق التعرض، والمخاطر التي يمكن أن تصاحب تداول وتخزين هذه الكيماويات (شكل 22) ، وهناك ما يسمى أوراق بيانات سلامة المواد MSDS-Material safety data sheets وهذه تشرح المخاطر المصاحبة لاستخدام الكيماويات وهذه الـــ MSDS يمكن الحصول عليها من منتج هذه الكيماويات ويجب أن تكون متاحة أيضا في المختبرات التي تستخدم هذه المواد الخطرة (على سبيل المثال كجزء من دليل الأمان أو دليل التشغيل).

وهناك بعض التعريفات الهامة التي يجب أن تكون معروفة ومفهومة جيدا حيث أن الكيماويات الخطرة غالبا تقسم تبعا للقواعد المعمول بها في نقل البضائع الخطرة، أو حسب درجة الخطر لهذه المواد. فهناك قائمة بدرجات هذه المواد من حيث قدرتها على التفاعل reactivity أو عدم ثباتها، أو احداثها للحريق أو المخاطر الصحية أو تأثيراتها السامة وطرق التعرض لهذه الكيماويات الخطرة تشمل:



شكل (22) إشارة تحذر من وجود كيماويات خطرة والسماح بالدخول للمصرح لهم فقط

1) الاستنشاق inhalation حيث أن الكيماويات يمكن أن تسبب تهيج أو تفاعلات حساسية أو أمراض تنفسية أو سرطان.

2) بالتلامس contact بالاحتكاك بالجلد مما يسـبب حروق كيماوية أو التصــاق جفون العين أو التسـمم المعروف بالتسمم الجهازي Systemic poisoning

3) التناول بالفم :ingestion حيث أن الكيماويات الخطرة قد تصل الى الشفاه وتسبب تورمها عند سحب هذه المواد بالماصات أو قد تلوث الأغذية أو المشروبات.

4) عن طريق جروح بالجلد broken skin فالكيماويات الخطرة قد تدخل الجســـم عن طريق الجروح القطعية بالجلد أو السحجات أو الخدوش (الكشط الجلدي) أو مكان الحقن بالسرنجات.

التأثيرات السامة للكيماويات

من المعروف أن هناك بعض الكيماويات لها تأثيرات سلبية على صـحة الذين يتداولونها أو يستنشقوا أبخرتها كما هو موضح في جدول (1)، فعلى سبيل المثال:

- هناك بعض الكيماويات معروف تأثيراتها الســامة المختلفة. حيث تؤثر ســلبيا على الجهاز التنفســي والدم والرئتين والكبد والكليتين والجهاز الهضـمي بالإضـافة الى الأعضـاء الأخرى كما أن الأنسجة قد تتأثر سلبيا أو يحدث بها تدمير شديد. وفي نفس الوقت فان بعض الكيماويات تكون معروفة بتأثيراتها المسرطنة أو السامة للأجنة Teratogenic.
- بعض أبخرة المذيبات تكون ســـامة عندما يتم اســـتنشـــاقها. فالتعرض الطويل والمتكرر للمذيبات العضـــوية الســـائلة يمكن أن يؤدى الى تلف أو ضـــرر للجلد. ربما يؤدى الى تأثير ازالة الدهون Defatting ولكن قد يحدث أعراض حســـاســـية وزيادة أعراض التآكل Corrosive symptoms وفيما يلي جدول يوضح التأثيرات السلبية لبعض الكيماويات المختبرية.

جدول (1): التأثيرات السلبية لبعض كيماويات المختبرات

المادة	التأثير اللحظي (السريع) Acute	التأثير(المزمن) Chronic
اسيتالدهيد	التهاب في القناة التنفسية والعين وضرر موضعي بالجلد	
حمض الآسيتيك الثلجى	التهاب شديد للعين والجهاز التنفسي العلوى وتأثير تآكلي	
الأسيتون	التهاب بالعين والأنف والحلق	
الأسيتونتريل	التهاب بالجهاز التنفس وتسمم بالسيانيد لأن تركيبة عبارة عن methyl cyanide	
الأوكرولين	مسيل للدموع ويسبب التهاب الجهاز التنفسي	
الأمونيا	التهاب بالعين	استسقاء بالرئة
الأنيلين	ازرقاق في البشرة ناشئ عن نقص الأكسجين – شلل الجهاز التنفسي	
بنزين	تلف للخلايا (موت موضعي للنسيج الحى)	سرطان الدم/ تلف الكبد وأنواع من الأنيميا
تتراكلوريد الكربون	صداع – غثيان –تلف للخلايا – ميول عدوانية	تلف الكبد / الكلى–اضطرابات هضمية
بنزيدين	ألم في البطن – غثيان–التهاب الجلد	مادة مسرطنة
الكلوروفورم	صداع–غثيان–تلف للخلايا–يرقان	
بروميد السيانوجين	ألم في البطن–غثيان–اسهال–عدم وضوح الرؤية	استسقاء

تابع جدول (1):

المادة	التأثير اللحظي (السريع) Acute	التأثير(المزمن) Chronic
دأي ايثايل ايثير	قيئ–التهاب العين	ادمان
دايوكسان	تلف للخلايا	تلف الكبد/الكلى–مادة مسرطنة
فورمالدهيد(فورمالين)	التهاب في الجهاز التنفسي والغشاء المخاطي والجلد	استسقاء رئوي
جلوتارال	التهاب في الجهاز التنفسي والغشاء المخاطي والجلد	
زئبق	قيئ–اسهال–صداع–تورم –غثيان ألم في العين	اضطرابات الجهاز العصبي المركزي وفقد الأسنان
ميثانول	التهاب الغشاء المخاطي	تلف في الشبكية والعصب البصري
الفانافثايل أمين		لها علاقة بالسرطان
بيتانافثايل أمين		مادة مسرطنة
نيتروبنيزين (نيتروبنبزيل)	ازرقاق نتيجة نقص الأكسجين–تلف للخلايا بسيط	أنيميا–انخفاض ضغط الدم التهاب المثانة – تلف الكبد
فينول	ألم في البطن–قيئ–اسهال – التهاب في الجلد–ألم في العين تأثير تآكلي	اضطراب الجهاز العصبي المركزي –غيبوبة
بيردين	تلف الكبد والكلى	تسمم عصبي
سلينيوم	حرق بالجلد–ألم في العين –كحة	اضطراب بالجهاز العصبي وتشوه الأجنة
تتراهيدروفيوران	تلف للخلايا–تلف الكبد والكلى – التهاب العين والجهاز التنفسي	

تولوين	تلف للخلايا	ضعف عصبي غير متخصص وامكانية الادمان
ترأي كلورواثيلين	تلف للخلايا	تلف الكبد–ضعف عصبي غير متخصص
زيلين بأنواعه	تلف للخلايا – صداع–دوخة –غثيان	اعياء عصبي

الكيماويات القابلة للانفجار

من المعروف أن هناك مواد كيماوية تكون لها القدرة على الانفجار وبالتالي تشكل خطورة كبيرة على المختبر والمبنى الكائن فيه فعلى سبيل المثال:

1) مركبات الـــAzides يجب أن لا يسمح لها بالاحتكاك أو التلامس مع النحاس على سبيل المثال في أنابيب صرف المياه أو الوصلات الرصاص. حيث أنه يكون Cupper Azide الذي يمكن أن يحدث انفجار شديد.



شكل (23) إشارة توضح وجود مادة قابلة للانفجار

2) حمض البيركلوريك (Perchloric acid) إذا ســمح له أن يجف على الأجزاء الخشبية بالمختبر أو القرميد أو الفايبر فانه سوف ينفجر ويسبب حريق نتيجة تكون لهب مع الانفجار.

3) الـ Picric acid والـ Picrate تنفجر إذا تعرضت للحرارة أو الاصطدام.

التصرف مع الكيماويات المراقة Spillage (أو المسكوبة)

معظم منتجي الكيماويات المختبرية يطبعون خرائط أو نشرات تشرح طرق التعامل مع الكيماويات المراقة أو المسكوبة. وهذه الخرائط وكذلك المواد اللازمة للتعامل مع هذه الكيماويات يجب أن تكون متاحة على نطاق تجارى ويجب تعليقها في مكان واضح ومميز في المختبر. ويمكن التعامل مع المواد المراقة الحامضية والكيماويات ذات التأثير التآكلي وذلك باستخدام كربونات او بيكربونات الصوديوم. أما المواد القلوية فيتم

تغطيتها بالرمل الجاف. وهناك بعض الأعمال الأخرى يجب اجراؤها في حالة حدوث انسكاب للكيماويات الخطرة تتمثل في إبلاغ مكتب الأمان وكذا إخلاء المكان من أي أفراد غير معنيين، وكذلك الاهتمام بالأفراد الذين حدث لهم تلوث بهذه المواد الكيماوية وفي حالة كون المادة المراقة/المسكوبة قابلة للاشتعال فيجب إغلاق كل مصادر اللهب أو الحرارة واغلاق محبس الغاز في الحجرة والمنطقة المحيطة بها وإغلاق كل الأجهزة الكهربائية التي يمكن أن ينتج منها شرر و منع استنشاق الأبخرة من المادة المنسكبة وعمل التهوية اللازمة إذا كان ذلك لا يؤثر على الأمان في المختبر و يجب الالتزام بالاحتياطات السابق ذكرها من ملابس وكمامات وغيرها عند تنظيف المكان من المادة المنسكبة.

مسئوليات سلامة المختبر في الجامعات

لا شك أن سلامة المختبر مسؤولية جميع العاملين في الكلية سواء أعضاء هيئة التدريس، والمساعدين والفنيين والطلاب وقسم السلامة ومن هذا المنطلق فإن الجميع يجب أن يعملوا معاً بروح الفريق لجعل الكلية أو الجامعة أو المعهد أو المركز البحثي مكان آمن للتعلم وإجراء البحوث. ويمكن الإشارة إلى المسؤوليات المنوطة بأعضاء هذا الفريق فيما يلي:

أ- الموظفون (العاملون) والطلاب

تتلخص مسؤوليتهم في مراجعة خطة السلامة الكيميائية Chemical Hygienic Plan (CHP) للمختبر وإجراءات السلامة في الكلية والقسم الذي يعملون فيه مع ضرورة قراءة أوراق بيانات السلامة الـ "MSDS" Material Safety Data Sheet" لكل مادة كيماوية سوف يستخدمونها قبل الاستخدام الأول لها و لابد أن يتعلموا كيفية استخدام معدات الحماية الشخصية ووسائل التحكم الهندسية (مثل دواليب الغاز وغيرها) ووسائل التحكم الإدارية وتفادي التعرض للأبخرة الناتجة عن الكيماويات الخطرة وفي حال ظهرت أي أعراض مرضية تتعلق بالتعرض لهذه الأبخرة لابد من عمل فحص طبي، ويجب أن يطبقوا الإجراءات المتبعة في الكلية/ الجامعة/ المركز البحثي عند التخلص من المخلفات الخطرة.

ب–مسئوليات الكلية والأساتذة ومديرو المختبرات:

تتلخص المسؤولية في تدريب المتعاملين مع الكيماويات على الاستخدام الآمن لها من واقع الحرص على سلامتهم. ولضمان أن العاملين أو الطلاب في مأمونية دائمة يكون ذلك من خلال التأكد من كون معدات السلامة الملائمة والضرورية موجودة ومتوفرة وفي حالة جيدة وصالحة للعمل، ومراجعة ممارسات المختبر لضمان أن إجراءات السلامة متبعة ومطبقة. وكذلك ضمان أن الطلاب والزملاء الجدد حصلوا على تدريب ملائم خاص بالسلامة. ومن المهم أيضا أن يتم حفظ ملف يحتوي على أوراق بيانات السلامة للمادة (MSDS) لكل الكيماويات في المختبر.

ج–مسئوليات الأقسام، والمراكز والكليات أو المؤسسة

من الأمور المفيدة في هذا الصدد إنشاء لجنة السلامة التي تناقش الإصدارات والحلول المتعلقة بالسلامة.

وكذلك متابعة نشر (إذاعة) خطة النظافة الكيميائية ((CHP والتعريف بها لجميع العاملين في المؤسسة. وكذلك ضمان أنه عند إنشاء كلية جديدة/فرع جديد في المؤسسة أن هناك دراية كاملة للأفراد بكل مسئولياتهم نحو السلامة وذلك لمساعدتهم في إنشاء مختبر جديد.

د– قسم السلامة Safety Department

قسم السلامة بالكلية أو المؤسسة يكون منوط به مهام غاية في الأهمية لعل أبرزها أن يقدم المعلومات والنصائح الخاصة بالاستخدام الآمن للكيماويات وكيفية التخلص من النفايات الكيميائية. وأن يقوم بالمراجعة أو التدقيق auditing على المجموعات الموجودة في المختبر فيما يتعلق بالسلامة بشكل عام. ومن المسؤوليات الهامة لقسم السلامة أيضا التحقق من توافق المؤسسة مع القوانين المتعلقة بالسلامة على مستوى الدولة وعلى المستوى المحلى فيما يتعلق بالصحة البيئية وقوانين السلامة. ويعمل على تقليل المخلفات إلى الحد الأدنى عن طريق إعادة توزيع الكيماويات الفائضة (الزائدة عن الحاجة). كما أن قسم السلامة يلزمه توفير مصدر مركزي للـ MSDS للكيماويات المستخدمة في المبنى (الكلية/ المركز/...) وكذلك يقوم بفحص المبنى كله من حيث أدشاش الطوارئ، وأجهزة غسيل العيون (دش غسيل العيون) Eye wash station، ودواليب الغازات وطفايات الحريق سنوياً لضمان جاهزيتها للعمل في أي وقت. وكذا التنسيق مع الجهات المسئولة عن الحريق والحوادث كالدفاع المدني وخلافه لضمان

سرعة الاستجابة. ومن الأمور المستحسنة أن يقوم قسم السلامة في بداية الفصل الدراسي أو بشكل دوري بعقد لقاءات/ندوات/.... عن التعامل بأمان مع الكيماويات وإصـــدار وطباعة نشــرات تتعلق بالســـلامة وتوزيعها على المختبرات والعاملين.

كيف نضمن سلامة المختبر؟

يتم ذلك من خلال التعرف على الكيماويات والمخاطر المصـــــاحبة لها في المختبر، والتعرف على احتمالية اشتعالها، تفاعلاتها – والتأثير التآكلي لها والسمية، والتعرف على كيفية قراءة الـــ MSDS لهذه الكيماويات والتعرف على ما يمكن فعله في مختلف مواقف الطوارئ كذلك من المهم ألا يعمل أحد بمفرده في المختبر. وبالإضـــافة إلى ما ســبق فيجب ألا نقلل من المخاطر بل يجب أن نفترض أن أي مجموعة / خليط من المخاطر سوف تكون أكثر خطراً من كل خطر على حدة وأن كل المواد الغير معروف سميتها نفترض أنها سامة.

أيضا فإن الالتزام بأقصى درجات الحذر عندما نعمل باستخدام المحاقن أو الشفرات الحادة أو الزجاج يعد من دواعي ضــمان الســلامة في المختبر ولا يفوتنا أن ننبه إلى أن توفر التهوية الكافية المتجددة في المختبر من المسلمات في تحقيق السلامة في المختبر.

كيفية التحقق من سلامة المختبر؟

الطريقة المعروفة لتحقيق ذلك تكون بعمل تدقيق (audit) للمختبر من حيث ســلامة الممارســات والمنشـــأة. ويمكن إنجاز ذلك باســتخدام اســتطلاعات الســلامة المختبرية، وممكن أيضـــاً إجراء تدقيق واســتطلاعات أخرى مثل التي تجريها الوحدات أو الأقســام المســئولة عن إطفاء الحرائق وأجهزة الإنذار وطفايات الحريق. وهذا يسـاعد في منع حدوث حرائق من خلال الاعتناء بالمشـاكل الشـائعة مثل مشـاكل التخزين الغير مناسـب للسـوائل القابلة للاشـتعال، ومن المعتاد أن يقوم قسـم السـلامة أيضـا بالمسـاعدة المســـتمرة من خلال عمـل اســـتطلاعـات/مراجعـات ســـنويـة للمختبرات، ويمكن أن يقوم بهـذه الاستطلاعات/المراجعات كلما تطلب الأمر لمنطقة معينة أو ممارسة معينة أو يقوم بعملها للمبنى كله.

وبصـــــفة عامة فإن المختبر النظيف والمرتب يكون مختبراً آمنا، حيث أن النظافة وجودة الإدارة لهذا المختبر سوف تقلل من عدد الحوادث بالمختبر وتقلل الخطر المحتمل وبالتالي النتائج المترتبة عليه، وكذلك تزيد مســــاحة العمل بالمختبر .working space ولكي نحصــل على مختبر يجمع بين الســلامة والكفاءة يجب المحافظة على الممرات المخصـصـة للخروج نظيفة وخالية من أي إشـغالات وعدم إغلاق المناطق حول أدشـاش السـلامة (شـكل 24) وطفايات وبطـانيات الحريق ومفاتيح إغلاق وفتح الكهربـاء فضـــــلا عن عدم تخزين حاويات كيماويات على الأرض حيث أنها يمكن أن تتكسر أو تصبح مصدر خطر على العاملين. ومن متطلبات الســـلامة في المختبر أيضـــا توفر وحدة غسـيل عيون (شـكل 25)، ودش سـلامة Safety shower، وإنذار حريق، بحيث يكون المختبر جاهز عندما تحدث حالة طوارئ وكل هذا يتطلب أن يكون المختبر مزود بعاملين مدربين جيداً وعلى دراية كافية بالخصـــــائص الخطرة للكيماويات التي يتعاملون معها، وكيف يتعاملون معها بأمان وسلامة، وكيف يتصرفون عند حدوث طوارئ.



شكل (24) دش السلامة



شكل (25) يوضح وحدة غسيل العيون بالمختبر

ولكي تحمي نفسك والآخرين من التلوث العرضي لا تلمس الأشياء التي تستخدمها بواسطة الأيدي بدون القفاز مثل التليفون، ومقبض الباب، ... الخ) وإذا كنت تلبس قفازات (شكل 26) تلامست مع الكيماويات، فإن القفازات يمكن أن تغسل بالصابون والماء في حالات عديدة إذا لم تكن من الأنواع التي تستخدم لمرة واحدة.


شكل (26) إشارة توضح ضرورة لبس القفاز

وامتنع تماما عن استخدام الفم لسحب المحاليل في الماصات واستخدم الماصة الأوتوماتيكية كما أنه من المحظورات في المختبر ألا تحتفظ بأغذية في الثلاجات المستخدمة في تخزين الكيماويات او المواد النشطة إشعاعياً أو التجارب البيولوجية، ولا تستخدم المعدات المختبرية لتخزين أو تقديم الغذاء أو الشرب ولا تأكل ولا تشرب ولا تدخن في المختبرات و لا تلبس العدسات الملتصقة بالعين قرب الكيماويات خاصة التي لها خاصية التآكلية أو المذيبات المتطايرة و لا تسمح مطلقاً للكيماويات المختبرية أن تلامس جلدك، واستخدم

قفازات وألبس بالطو المختبر. وعليك أن تتخلص من الملابس الملوثة فوراً، ولا تلبس الملابس مرة ثانية حتى يتم إزالة التلوث منها بطريقة كافية ومن البديهي أيضا ألا تستنشق أو تتذوق الكيماويات.

كيفية التداول الآمن للكيماويات Moving Chemical

وجود الكيماويات على الرف في عبوتها الأصلية، تعتبر أقل خطورة منها عندما يتم تحريك نفس العبوة، فعندما تتحرك العبوة فإن خطر احتمال تكسرها يكون قائم وهذا يؤدي إلى عدم التحكم فيها بعد كسرها، فمعظم استدعاءات المسئولين عن الطوارئ تكون نتيجة انسكاب كيماويات عند تحريكها في المباني. عموماً يجب أخذ الاحتياطات اللازمة عند نقل وتداول الكيماويات داخل المختبر أو خلال المبنى، ولذلك يراعى ما يلي:

أ- استخدام حاويات ثانوية Use secondary containment

في حالة عدم العناية أو عدم الاهتمام، فإنه عند نقل الكيماويات فإن العبوات المحتوية على هذه الكيماويات يمكن أن تسقط أو أن الزجاجات يمكن أن تتكسر، وعندما تتكسر الحاويات الغير متحكم فيها في المصعد فإن ذلك يعتبر كارثة (disastrous) ، ولذلك فإن استخدام صينية أوعلبة أو دلو أو خلاف ذلك كحاويات ثانوية شكل (27) لنقل المواد الكيمائية قد يقلل من حدوث مخاطر كبيرة قد تصل إلى إخلاء المبنى الرئيسي كله.



شكل (27) يوضح نماذج من الحاويات الثانوية

ب-التخزين الآمن للكيماويات وإدارتها:

الطرق الملائمة لتخزين المواد الكيماوية تعتبر من الأمور الهامة لسلامة تداولها. وبصفة عامة فإن الأمر ليس مجرد تخزين المواد الكيمائية الخاصة بك، ولكن الأمر يشمل المخزون من المواد الكيميائية كله والذي يجب أن يدار بجدية ونشاط من وقت تسلم المواد الكيميائية في المختبر إلى حين التخلص منها، ولذا يجب عمل جرد لها أو حصر لها ويجب فصل المواد الغير متوافقة عن بعضها، وتخزينها بأمان ويتم مراجعة حالاتها بشكل دوري.

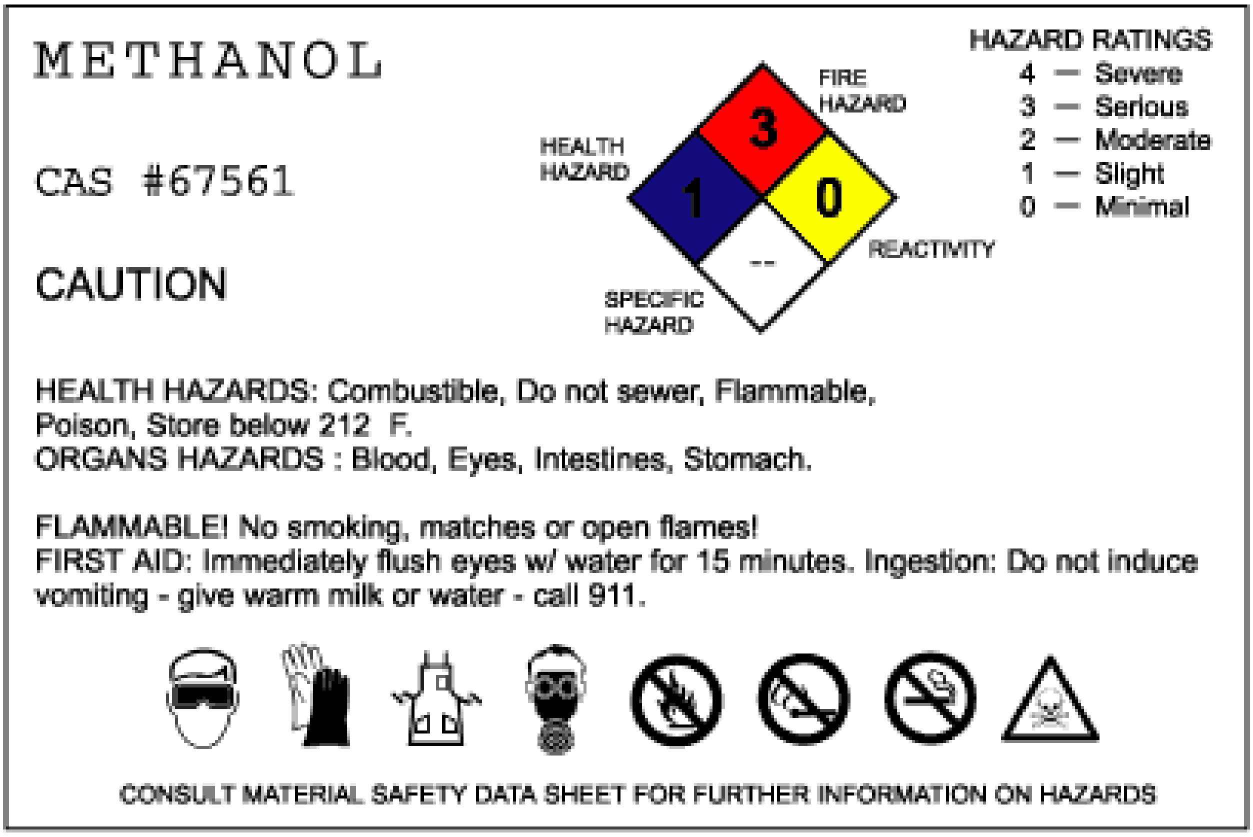
ج- جرد الكيماويات **Chemical inventory**

الإدارة الحكيمة للكيماويات في المختبر تكون سهلة عن طريق تنفيذ الجرد، فمثل هذا الجرد يؤدي إلى خفض المصروفات والتكلفة عن طريق عدم شراء الكيماويات بكميات مضاعفة وذلك نتيجة المعرفة الجيدة بكمية الكيماويات المطلوبة بالضبط والتوقيت المطلوبة فيه، فإذا كنت على دراية بمستويات أو معدلات الاستخدام فإنك يمكنك أن تطلب هذه المواد روتينيا بشكل منتظم. وهذا يساعد في مراقبة الكيماويات التي تتحلل مع الوقت (على سبيل المثال الأثير – أسطوانات الغاز ... الخ)، وكذلك تساعد في حفظ الكيماويات الغير متوافقة معزولة عن بعضها.

والجرد أيضا يسمح بالمشاركة (sharing) في المواد غالية الثمن، على سبيل المثال فإن فائض المواد الكيميائية يمكن أن يتم إعادة توزيعه من خلال برنامج إعادة التوزيع لكثير من المواد التي لا يتم استخدامها وكذلك فإن جرد الكيماويات يسمح للعاملين بتوقع المتطلبات الخاصة بالتخزين لكيماويات معينة. بالإضافة لما سبق، فإن توفر ملخص بأنواع الكيماويات يمكن أن يزود مسئولي الطوارئ بمستوى وحجم الخطر الذي يحتمل أن يواجه مثل هذا المختبر.



شكل (28-أ) نماذج لأوراق البيانات والسلامة MSDS لبعض الكيماويات
(راجع الملاحق الملونة)



شكل (28-ب) نموذج لأوراق البيانات والسلامة MSDS للميثانول
(راجع الملاحق الملونة)

وعند كل عملية شراء للكيماويات يجب الحصول على MSDS (ورقة بيانات السلامة للمادة)، وفي حالة عدم تسلمها يجب مخاطبة المورد أو قسم السلامة بالمؤسسة للحصول عليها وفي حالة تسلم مركبات جديدة يتم مراجعة الـ MSDS (شكل 28 أ وب)للتعرف على المخاطر الكيميائية والمعلومات الأخرى.

ويجب أن تشتمل بيانات الجرد الأساسية لأي مادة كيماوية على اسم المادة الكيماوية كما هو مطبوع على العبوة والتركيب الجزيئي ((Molecular formula ورقم التسجيل (يحدد بشكل لا لبس فيه بغض النظر عن اختلاف الأسماء للكيماويات) ورقم اللوط (يتعلق بالحاوية الكبيرة التي تم الشحن من خلالها) والمصدر وحجم العبوة.

ومن الاعتبارات التي يجب مراعاتها عند تخزين الكيماويات بالإضافة لما سبق أن يتم تخزين الكيماويات في مكان آمن جيد التهوية ويجب ألا تخزن الكيماويات في دواليب الغازات، بل نحتفظ بدواليب الغازات متهيئة وجاهزة للأعمال التي المنوطة بها. مع مراعاة عدم تخزين الكيماويات السائلة فوق الكيماويات الصلبة وأن نستخدم كبائن جيدة التهوية لتخزين الكيماويات المتطايرة وذات الروائح. ومن الأمور الهامة



شكل (29) يوضح كيفية استخدام صواني بلاستيكية للعبوات الثانوية تحسبا لانسكابها

استخدم صواني بلاستيكية للعبوات الثانوية حتى يمكنها أن تحتوي السوائل المنسكبة (شكل 29). كما أنه من الأهمية الفصل بين الكيماويات الغير متوافقةIncompatible بحيث تصنف مجموعات الكيماويات من حيث الخطر (أحماض – قواعد – مواد قابلة للاشتعال.... الخ) لمنع التفاعل الكيماوي ولضمان تخزين متوافق.

د- التعامل الآمن مع الكيماويات الغير متوافقة(Incompatible)

يوجد عديد من كيماويات المختبرات المعروفة يمكنها أن تتفاعل بطريقة خطرة إذا احتكت أو تلامست بعضها مع بعض ويمكن ذكر أمثلة لهذه المواد الغير متوافقة فيما يلي:



شكل (30) يوضح الكبائن الآمنة لتخزين المشتعلات

1) المعادن القلوية مثل الصوديوم والبوتاسيوم والسيزيوم والليثيوم لا يجب أن تلامس أو تكون متقاربة مع كل من: ثاني أكسيد الكربون، الهيدروكربونات الكلورينية والماء.

2) الهالوجينات لا يجب أن تكون متلامسة أو متقاربة مع كل من: الأمونيا، أو الأسيتيلين، أو الهيدروكربونات.

3) حمض الخليك وسلفيد الهيدروجين، والأنيلين، والهيدروكربونات وحمض الكبريتيك لا يجب أن تلامس أو تتقارب مع كل من: المواد المؤكسدة على سبيل المثال حمض الكروميك، وحمض النيتريك والبيرواكسيدات والبرمنجنات.

- وبخصوص الكيماويات القابلة للاشتعال فيجب تخزينها في الكبائن الخاصة بالمشتعلات (شكل 30).

ومن الممارسات المعروفة في المختبرات أنه في حالة تحضير محاليل، أو مركبات مخلقة أو نقل

كيماويات إلى حاوية أخرى، فيجب التأكد أن كل الحاويات عليها بطاقة بيانات (شكل 31) وهذه البطاقات يجب أن تحتوي على اسم المادة الكيماوية والخطر الأساسي (مثلاً مسرطنة – تآكليه – تسبب التهابات ... الخ) وتاريخ التحضير، وتاريخ فتح العبوة وتاريخ استلامها ومختصر لاسم الشخص الذي كتب البطاقة.



شكل (31) يوضح بطاقة بيانات كاملة على العبوات

هـ–الفحص الدوري لمناطق تخزين الكيماويات :

يجب التفتيش على المخزون سنوياً (على الأقل) ويتم التخلص من الكيماويات الغير مرغوبة أو المنتهية الصلاحية وتحديث الجرد. ويتم فحص بالعين للكيماويات المخزنة لتحديد صلاحيتها وسلامتها فالكيماويات التي تظهر تغيرات في خواصها يجب تقييمها للتخلص منها، ومن هذه الإشارات والدلائل على تغير خصائصها وجود عكارة في السوائل أو تكون ضغط داخل العبوة أو تغير في لونها أو درجة شفافيتها أو وجود أمارة أو دليل على تفاعلها مع الماء أو حدوث تآكل أو تحطم في الحاوية أو وجود شواهد على بقع أو تنقيط على المواد الصلبة أو حدوث تحبب في المواد الغير مائية أو حدوث فقد أو تدمير لبطاقة البيانات أو ظهور مواد صلبة في المواد السائلة أو وجود سوائل في المواد الصلبة.

كيف يحدث لا سمح الله حريق في المختبر:

عادة يبدأ حريق المختبر كحادث صغير نتيجة ترك سخان جاف أو حمام مائي يعمل وينتج حرارة عالية، وإذا وجد مصدر وقود (اشتعال) وهذا موجود بوفرة في المختبرات من أوراق – وأغطية الأجهزة – والأجزاء والأدوات البلاستيكية، والأرفف الخشبية وفوق كل ذلك مذيبات قابلة للاشتعال. لذلك قد يكون من السهل بدء حريق في المختبر، ومن السهل تدمير المختبر، كل ما يتطلبه الأمر هو هفوة من الذاكرة أو التسرع (نحن دائماً في عجلة من أمرنا) أو الإهمال من المساعدين حتى إهمال الزملاء يمكن أن يهدد حياتك ويهدد العمل. كل هذا يدعونا للحذر وتطبيق قواعد السلامة والأمان بكل دقة وانتباه.

معدات الحماية الشخصية

تحذير :(لا تخطو خطوة في المختبر بدون لبس نظارة الأمان).

سؤال: هل دفقة (رشة) من مادة كاوية قد تسبب إزعاج بسيط أم أنها يمكن أن تسبب الإصابة بالعمى؟؟

إجابة: إن استعمالك لمعدات الحماية الشخصية قد تغنيك عن الإجابة عن هذا السؤال. لذا فمن الضروري جداً أن تتعاقد المؤسسة (جامعة/ مركز بحثي/ ....) مع موردي معدات الحماية الشخصية وغيرها من معدات السلامة لتوفيرها واستخدامها بالطريقة المناسبة. وتتنوع معدات ووسائل الحماية الشخصية لتغطي جميع المخاطر لأجزاء الجسم المختلفة وخاصة الأعضاء الأكثر حساسية ويمكن استعراض أهم هذه المعدات والوسائل فيما يلي:

أولاً: حماية العيون Eye protection



شكل (32) يوضح أنواع من نظارات ودروع السلامة لحماية العيون

إذا سلمنا بأن إصابات العين شيء مرّوع، ولكن في نفس الوقت فإن منع حدوثها ممكن، فالقوانين المحلية يجب أن تتطلب حماية للعيون لكل العاملين في المختبرات لذلك يجب ألا يعمل أي أحد في داخل المختبر بدون حماية ملائمة لعيونه (شكل 32)، ويجب على قسم السلامة في المؤسسة أن يطلب من الجميع وصفه طبية لنظارة السلامة الخاصة بهم عند التعاقد لشراء نظارات السلامة حيث أن نظارات السلامة هي الحد الأدنى لمتطلبات حماية العين بالمختبرات، ولذلك تلبس نظارة الحماية من الرذاذ الكيماوي Chemical splash goggles او قناع الوجه فوق نظارة السلامة إذا كان هناك خطر التعرض لرذاذ سوائل أو زجاج متطاير، ولا تلبس قناع وجه (درع الوجه face shield) بدون نظارة السلامة. وإذا كنت تتعامل مع أشعة UV أو ضوء ليزر، يجب أن تلبس عدسات حامية واقية خاصة بالموجات الضوئية (شكل 33).



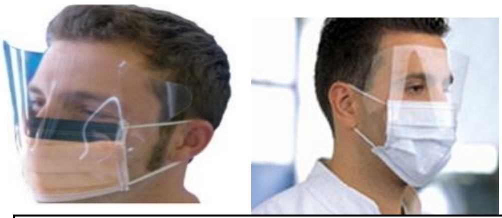
شكل (33) إشارة تحذير بضرورة توفر حماية للعيون في هذه المنطقة

ثانياً: حماية الجهاز التنفسي بالكمامات Respiratory protection

تستخدم الكمامات عادة لمنع التعرض للملوثات التي تسبب أمراض عن طريق الهواء (شكل 34) وفي نفس الوقت قد تنجم بعض المشاكل عن استخدام هذه الكمامات



شكل (34) يوضح أنواع من أقنعة الوجه والكمامات لحماية الجهاز التنفسي



شكل (35) يوضح أنواع من أقنعة وجه بسيطة

وعموماً لمنع كل المشاكل الناجمة عن استخدام الكمامات واستخدام دولاب الغازات، والقفازات أو المعدات الأخرى فإن إدارة الأوشا OSHA (منظمة السلامة والصحة المهنية) لها متطلبات صارمة لاستخدام –على سبيل المثال–قناع كامل للوجه أو قناع الوجه N-95).حتى قناع الوجه المكون من ورق ترشيح بسيط (شكل 35) يدخل ضمن قوانين الـــ OSHA وهذه المتطلبات تشمل استبانة طبية واختبار مدى مناسبة الكمامة لكل المستخدمين لها.

ويعتبر هذا الأمر ضروريا لأن لبس الكمامة يزيد معدل عمل التنفس الطبيعي breathing، والذي قد يسبب مشاكل صحية لبعض الناس لذلك نحن نحتاج أيضاً لنتعرف على نوعية وتركيزات الملوثات الموجودة في الهواء وذلك لاختيار المرشح المناسب ونضمن أنه يوفر الحماية المناسبة للمستخدم. ولمنع هذه المشاكل، من الأفضل منع التعرض لاستنشاق الأبخرة والهواء الملوث عن طريق استخدام وسائل تحكم هندسية (على سبيل المثال زيادة تهوية الحجرات، دواليب الغازات، علب القفاز glove boxes بالإضافة إلى الكمامات). فإذا كان من الضروري لبس الكمامات فيجب مراجعة القسم المختص بالسلامة المهنية بالمؤسسة /الجامعة لمساعدتك من حيث تحديد نوع الكمامة المناسب ومدى توافقك مع قواعد الأوشا OSHA.

ثالثاً: الحماية باستخدام الملابس Clothing

من الأمور التي لا نقاش فيها أنه يجب ارتداء الملابس التي تحمى الجسم (شكل 36) ، والحذاء يجب أن يغطى كامل القدم ولكن الصـــندل Sandals له مخاطر حيث أنه لا يغطى القدم كاملاً، كذلك يجب ارتداء ســروال طويل بدلاً من الشــورت أو الملابس القصــيرة، واســتخدام بالطو المختبر لمزيد من







شكل (36) يوضح نماذج من ملابس الحماية فى المختبر

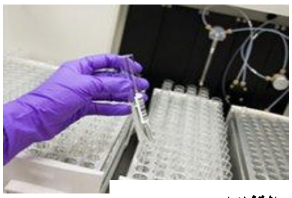
الحماية فالبالطو ذو الأكمام الكاملة يحفظ من الرذاذ (الرشاش)، والهباء الجوي Aerosols والأتربة بمنع ملامســتها الســاعد والرســغ ويمكن اســتخدام مريلة بلاســتيك أو مطاط للعمل مع المركبات التي لها تأثير تآكلي أو حارق على الجلد.

رابعاً: حماية الأيدي

القفازات الـــــ vinyl والـــــ Latex معروفة جيداً في المختبرات فهي رخيصـة التكاليف ومريحة وتزودنا بحاجز شـــكلي أو صـــوري عن المخاطر المعروفة، ويجب أن نتأكد من عدم وجود ثقوب بهذه القفازات وكذلك يجب تغييرها دورياً. كما يجب مراعاة أن قفازات latex & vinyl لا تقدم حماية ضـــد عديد من المواد التآكلية Corrosives والمذيبات العضوية Organic solvents لذا يجب استخدام دليل القفازات المقاومة للكيماويات لاختيار القفاز المناســب للكيماويات التي ســوف نتعامل معها (راجع " بالملاحق "دليل القفازات للتعرف على نوع القفاز المناسب للتعامل مع المواد الكيماوية المختلفة).

وإذا كنت سوف تعيد استخدام القفاز ، لا تنس ان تغسل القفاز بعد الاستخدام فهذا سوف يطيل عمره ويمنع انتشار وتشتت الملوثات الكيماوية من خلال القفازات الغير نظيفة، وإذا لم تزيل القفازات بعد تداول بعد الأشياء، فاغسلهم كما تغسل يديك قبل لمس أي شيء مثل التليفون مثلاً أو الصنبور (الحنفية).






شكل (37) يوضح أنواع مختلفة من القفازات

أنواع القفازات:

1- **Latex:** وهو عبارة عن مطاط طبيعي، وقد تكون مرنة بطبيعتها وهذه تقاوم الأحماض والقلويات والأملاح والكيتونات ، وقد يغمس أو ينقع المطاط الطبيعي من الـــ latex في بوليمرات أخرى لكى تجعله يكتسب خصائص تشمل مقاومة الكشط مثل قفازات الـ nitrile بالإضافة لمرونة الـ latex.

2- النيوبرين Neoprene

وهي قفازات من مطاط صناعي مركب عن طريق إكساب خاصية مقاومة الزيوت oil للمطاط الطبيعي، وهذا النوع من القفازات مقاوم للأحماض وللكحوليات وللمواد الكاوية وللأحبار ولغازات التبريد (refrigerants) و للكيتونات وللزيوت و للأسمدة الشحمية وللمنظفات والمطهرات. وقفازات النيوبرين هذه تستخدم في البتروكيماويات وإزالة السموم والتكرير، والعمليات الكيماوية، وتشطيب المعادن، والأعمال الميكانيكية، والدهانات (التلوين) والتبيض والغسيل التجاري للأطباق.

3-النيتريل Nitrile

يعتبر نوع من المطاط الصناعي ويطلق عليه أيضاً NBR أو acrylonitrile butadiene وهذه القفازات لها مقاومة كبيرة للثقب أو الكشط بالإضافة إلى الحماية الكيماوية، وهي لا تضعف ولا تنتفخ في المذيبات العطرية أو البترولية، أو المواد الكاوية أو الدهون الحيوانية. هي أيضاً مناسبة

للعمليات الكيماوية والغذائية (للصــناعات الكيمائية والغذائية)، وتصــنيع المواتير والمحركات وتجريد وإزالة الشحوم والإلكترونيات والنقش بالحامض والغسيل الكيماوي.

4-قفازات النورفويل Norfoil

تتميز بالوزن الخفيف والمادة الرقيقة المرنة التي تقاوم الاختراق لمدى واســـع من المذيبات، والأحماض، والقواعد. قفازات الـــ Silver shieldغالباً تستخدم تحت القفازات الأخرى وتستخدم كذلك لأجل الحماية من الكيماويات أو تستخدم عندما تتعامل مع مواد لها خاصية الكشط. وهذه أيضاً تكون مفيدة للعمل مع الكيماويات والبتروكيماويات في المختبرات، وكذلك عند حدوث إنســـكابات للكيماويات، وفي عمليات مكافحة المواد الخطرة.

5-قفازات الـ Vinyl

تعرف أيضاً بالبولي فينايل كلوريد أو PVC. والـــ Vinylهي مادة بلاستيكية تقاوم الأحماض والكحوليات ولكن لا تقاوم المذيبات البترولية وهي اقتصـــادية أكثر من قفازات المواد الطبيعية (latex). كذلك فإن قفازات الــــ Vinyl تســتخدم لصــناعات متعددة مثل تطبيقات التصــنيع الغذائي والأبحاث المختبرية والصناعات الدوائية.

مدى نفاذية وتحلل القفازات Permeation/ Degradation

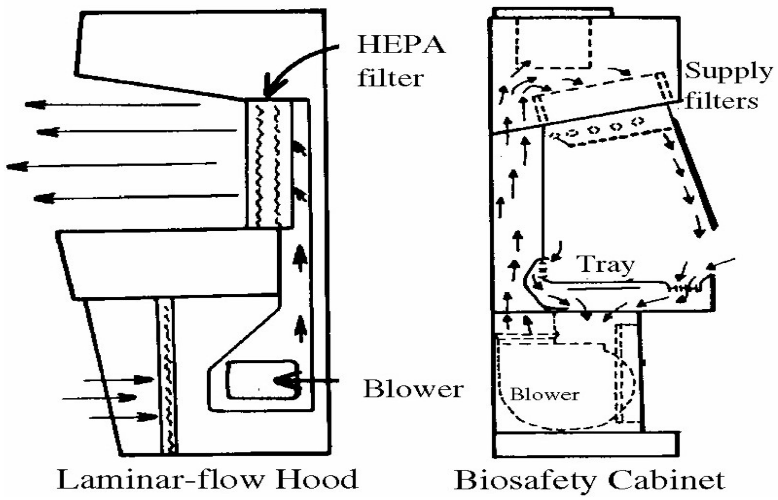
كل القفازات منفذة – فالنفاذية هي عملية تعنى أن الكيماويات تتســـرب خلال مادة القفاز، وهذا قريب الشبه لما يحدث لبالون مملوء بالهواء، فإن الهواء تدريجياً يتسرب خلال مادة البالون ويهرب. بالمثل فالكيماويات وبالأحرى الجزيئات الفردية المنفصـلة من الكيماويات تدخل الغشـاء وتتسـرب خلاله بالمرور بين الجزيئات في مادة القفاز. ويمكن أن تســـتخدم أكثر من قفاز فوق بعض لكي تجمع مميزات النوعين في وقت واحد ولكن يجب الأخذ في الاعتبار عند استخدام زوج من القفازات معاً أن يكون الحجم الأصغر أسفل ويكون مناسب ومريح.

كيف تقلل بقدر الإمكان من خطر تعرضك للكيماويات؟ Reducing your exposure to chemicals

- **أولا:** أهم وسيلة لتقليل التعرض للكيماويات هي المعرفة الكاملة بخصائص الكيماويات بالقراءة والفهم الجيد لأوراق بيانات السلامة للمادة (MSDS) التي ترافق كل مادة كيمائية عند شرائها ويمكن الحصول على نسخة منها من القسم المسئول عن السلامة بالمؤسسة. وقبل العمل بأي مادة كيماوية تستخدمها لأول مرة أو غير معروفة لك لابد من الاستعانة بدليل السلامة الكيميائية بالمؤسسة التي أنت تابع لها أو الاستعانة بكتب مرجعية أو التواصل مع قسم السلامة لمعرفة معلومات عن سمية هذه المادة – أو التحدث مع الزملاء الأكثر خبرة من الذين استخدموا هذه المادة من قبل وحال حصولك على المعلومات الخاصة بهذه المادة الكيميائية استخدم الضوابط الملائمة لضمان استخدامها بأمان.
- **ثانيا:** دولاب الغازات ووسائل التحكم الهندسية الأخرى

Fume hood and other engineering controls

.من هذه الوسائل دولاب الغازات – علب القفازات Glove boxes والتحكم الأوتوماتيكي عن بعد الذي يحفظ العامل بعيداً من العمليات الخطرة.



شكل (38) يوضح الفرق بين كابينة الأمان الحيوي (على اليمين) و دولاب غازات التدفق الصفحي (على اليسار)

- **ثالثا:** كبائن الأمان الحيوي وهي ليست دواليب غازات حيث أن موتوراتها لا تكون مقاومة للانفجار، فكبائن الأمان الحيوي هذه لا تستخدم للعمل مع الكيماويات القابلة للاشتعال فإذا كنت تتعامل مع كيماويات سامة متطايرة، فإنك تحتاج لعناية كبيرة وأخذ الحيطة لأن بعض كبائن الأمان الحيوي لا تعمل على طرد العوادم من المبنى فهذه الكبائن فقط ترشح الهواء لتزيل منه الميكروبات الموجودة في الهواء،

أما أبخرة الكيماويات والغازات فإنها تمر بســـهولة خلال المرشـــح (الفلتر) وتعود إلى الغرفة مرة أخرى (شـكل38) . كذلك فإن كابينة الأمان الحيوي عبارة عن قطعة مسـتقلة كمعدة في المختبرات، أحياناً يتم توصـيلها مع نظام التهوية بالمبنى، ويجب أن يتم تقييم كفاءة هذه الكبائن من القسم المختص بالمؤسسة لضمان كفاءة أدائها وإعطاء شهادة بذلك، ويوصى بعمل إعادة تقييم لهذه الشهادة سنويا.

أما دولاب الغازات فعادة ما يكون مثبت بشـكل دائم في المختبر ويكون خاضـع للتقييم من المختصـين وموجود عليه ما يدل على ذلك، والوظيفة الأساسية لدولاب الغازات هي المساعدة في التداول الآمن للمواد الخطرة خاصـــة تلك التي تنتج أبخرة أو غازات أو أتربة، حيث يقوم دولاب الغازات بعمل تهوية لطرد أو التخلص من الملوثات المحمل بها الهواء ويطردها خـارج المبنى ويتميز بنـافذة / واجهـه Sash تعطى حماية للمستخدم والوقاية من الحرائق الصغيرة والانفجارات.

السـرعة الأمامية Face velocity يجب ألا تقل عن 100 قدم/ دقيقة وللتعامل مع المواد المسـرطنة أو الكيماويات العالية السـمية أو المواد التي لها نشـاط إشـعاعي فيكون مطلوب سـرعات أكثر من المذكورة سـابقاً. ويراعى عدم اسـتخدام دواليب الغازات التي لا تجتاز اختبارات الكفاءة حيث تكون غير آمنة، وفي حالة عمل أي تحويرات أو تعديلات في نظام التهوية بأي طريقة، ويجب اسـتدعاء قسـم السـلامة لإعادة اختبار دولاب الغازات. ويمكن الاطمئنان على كون الهواء يتحرك داخل الدولاب بوضـــع قطعة ورق مثلاً للاستدلال على حركة أو عدم حركة الهواء، وهذا اختبار وصـفي فقط لكن لاختبار كفاءة الدولاب يستخدم Velometerكمقياس لسرعة الهواء لإعطاء قياس كمي للسرعة الأمامية.

ولكي نضـمن تدفق للهواء بمعدل مثالي فإنه يجب أن نجعل الـــــنافذة (Sash) منخفض بقدر الإمكان ونحافظ على مسـار تدفق الهواء من الأمام إلى الخلف وأن نجعل العمل على مسـافة 15 سـم أو أكثر من فتحة الـــ .Sash ونحرص على أن نجعل السخانات على مسافة أكثر من 30سم خلف فتحة الـ Sash. وفي حالة حمض البيركلوريك المركز عند تسخينه أو عند استخدامه ساخناً فإن هذا يتطلب دولاب غازات بتصميم خاص لمنع تكون بيروكلورات معدنية متفجرة.

كيف يمكن تقليل خطر التعرض عند وزن المواد السامة؟

لتقليل خطر التعرض عند وزن مادة ســـامة ففي هذه الحالة يكون لدينا اختيارات عديدة منها تقليل عدد مرات الوزن وكذلك الكمية المســـتخدمة أو نقوم بعمل Batches (وزنات) أكبر وذلك لتقليل عدد مرات تكرار الوزن، ولا يفوتنا أن نســتخدم دائماً القفازات مع غســل اليدين بعد ذلك، وفي حالة وجود مســاحيق تســبب خطر محتمل يلزم لبس بالطو بكم طويل لحماية الأذرع. ويجب الوضــع في الاعتبار أن دولاب الغازات يمنحنا أكبر حماية ممكنة من التعرض لهذه الكيماويات الســامة لذا يجب اســتخدام هذا الدولاب خلال وزن كل المواد المتطايرة Volatile السامة والسائلة – وفي المقابل فإن وزن المساحيق في الدولاب غير مناسب حيث أن تيار الهواء يجعل عملية الوزن غير دقيقة.

والبديل في هذه الحالة أن تدخل ميزان دقيق ومحكم الجدران (به كابينة) ويتم الوزن فيه بحذر داخل الدولاب وذلك لنقل المادة من حاوية الـ stockإلى الشيء الذي توزن فيه. وهذا العمل يمكن إجراؤه لكل من السوائل والمساحيق القابلة للتطاير.

رابعا: كبائن الأمان الحيوي:

برغم أن الـــ BSC (كبائن الأمان الحيوي) ليست مصممة كمعدة للسلامة الكيمائية فإن لها كفاءة في التحكم وترشــيح عديد من الجســيمات Particulates. ولكن يجب أن تضــع في اعتبارك أن BSC لن تحميك من التعرض للكيماويات المتطايرة، وأن الســوائل القابلة للاشــتعال لا يجب اســتخدامها مع هذه الكبائن BSC.

خامسا: كمامات تنقية الهواء Air purifying respirator

كمامات تنقية الهواء الملائمة يمكن أن تمنحنا حماية إضـــافية، خاصـــة إذا كنا نقوم بوزن كيماويات ســامة على البنش المفتوح (يجب مراجعة المعلومات المتعلقة باختيار واســتخدام كمامات تنقية الهواء). وإذا كنا تقوم بوزن كيماويات سامة على البنش المفتوح، فيجب استخدام المنطقة التي تكون بعيدة عن تيار الهواء، وعن الباب، والشبابيك وأماكن المرور Traffic، وتأكد أنك تستطيع كشف أي جزيئات ملوثة للهواء (على سبيل المثال وجود ضوء كاف يساعد في رؤيتها) ويجب تنظيف أو إزالة التلوث من المنطقة ومن الميزان بعد كل وزنة.

كيماويات تحتاج عناية خاصة

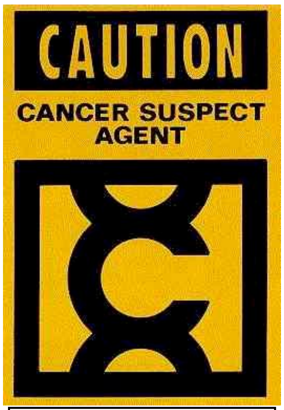
أولا: السموم الإنجابية Reproductive toxins

هناك ضــرورة لتوجيه رعاية وعناية شـديدة وحذر عند التعامل مع الكيماويات المعروفة بالسـموم الانجابية فبالنسبة للمرأة الحامل فإنه حتى لو كان التعرض محدود فقد يسبب موت البويضـات المخصبة أو الجنين، وتأخر في النمو أو عجز في وظائف ما بعد الولادة.

فائدة: يجب مناقشـة احتمال التعرض لهذه السـموم مع الطبيب المختص ومن المسـتحسـن منع التعرض لمثل هذه السـموم قبل الحمل كما يجب الرجوع للمصـادر المختلفة سـواء من الأطباء الاسـتشـاريين المختصين أو من المراجع التي تحدد المواد التي تصنف على أنها سموم إنجابية.

ثانيا: الكيماويات المسرطنة والمطفرة Chemical carcinogens and mutagens

من المهم معرفة أن الكمية من المادة المسـرطنة (شـكل 39) أو المادة المطفرة التي يمكن أن تسـبب اسـتجابة حيوية biological responseمثل الأورام أو الطفرات وهذا يعتمد على عدة عوامل مثل: التركيب الكيماوي للمادة، والتركيب الوراثي والنوعي للمادة بمفردها، وفترة التعرض، وطريقة التعاطي في وقت واحد (متزامن) أو التعرض المتتابع، ولأن هذه العوامل متغيرة فإنه من الصـعب التنبؤ بأقل كمية من المادة يجب أن تؤخذ معها الاحتياطات، ولذا يكون من الأحوط تـداول مثـل هـذه المواد الكيمـاويـة بحرص وفي مختبرات مصممة بشكل ملائم لذلك، ويجب أخذ مقاييس (معايير) حماية ملائمة للتقليل إلى أقل حد ممكن من إمكانية التعرض لهده المواد خاصـة التعرض للجلد، وللجهاز التنفسـي والقناة الهضـمية والعيون. وبالإضـافة إلى ذلك فكلما زادت شـدة تأثير المركب وكلما زاد تداوله كلما تطلب ذلك تطبيق معايير الوقاية والحماية بشكل أكثر إلزاما.



شكل (39) إشارة تحذر من أن هذه المادة قد تسبب السرطان

ثالثا: الأدوية المضادة للأورام

هذه الأدوية إذا اسـتخدمت فإنها في حد ذاتها مواد مسـرطنة ومواد مطفرة (على سـبيل المثال: سيكلوفوسفاميد)،وغـالبـاً تسـتخـدم كميـات قليلـة من هـذه الأدويـة في المختبرات كمغيرات حيويـة

(Modulators) حيث أن طريقة التعرض للرذاذ أو الاحتكاك المباشــــر بهذه الكيماويات بالجلد هي الطرق الأساسية للتعرض لها أثناء إجراء البحوث أو أثناء إعداد الأدوية وإداراتها.

كذلك فإن تداول الأدوية المضــادة للأورام يتطلب لبس القفازات والعمل في كبائن الأمان الحيوي من النوع BSC class II type A or B، وإذا لم يكن مطلوب توفير ظروف تعقيم فيمكن اسـتخدام دولاب الغاز Fume hood

رابعا: الكواشف الكيميائية Reagent chemicals

هناك كواشف كيميائية معينة شائعة الاستخدام في مختبرات الكيمياء الحيوية والبيولوجيا الجزيئية تكون لها مخاطرها. من هذه الكواشــف بروميد الأيثيديوم Ethidium bromide وهو مادة مطفرة قوية تســـتخدم في دراســـة التعاقب في الحمض النووي (الدنا) DNA sequencing وغيرها من البحوث الجزيئية. ويكون تداول هذه الكواشـــف في دولاب الغازات مع لبس القفازات لمنع الاحتكاك بالجلد أو استنشاق الرذاذ.

خامسا: احتياطات لتخزين Osmium tetroxide

هذا ال Osmium tetroxide وفي بعض الأحيان Ruthenium tetroxide تســـتخدم في الميكروسكوب الإلكتروني، حيث أن مثل هذه المواد تعتبر مؤكسدات قوية (شكل 40)، لها سمية حادة، ومتطايرة ومن الصـــعب احتوائها، لذا فإن تخزينها يحتاج احتياطات خاصـــة. عموماً كل الـــ Osmium tetroxide الموجود في أمبولة يستخدم مرة واحدة، لكن إذا اضـــطررنا لتخزينه يجب أن يكون ذلك عبارة عن أصـــغر عبوة وهذا يقلل جداً كمية البخار في الفراغ الرأســـي Head spaceوانطلاق المواد المتطايرة الخطرة عند فتح العبوة.



شكل (40) إشارة تدل على وجود مادة كيميائية مؤكسدة

تخزين محلول بتركيز (1-5%) يســبب مشــكلة لمختبر الميكروســكوب الالكتروني بســبب أننا نســتخدم كمية صــغيرة في المرة الواحدة، وللاحتفاظ بالباقي نغلق الأمبولة الزجاجية المحتوية على الباقي سـواء كان محلول أو بلورات عن طريق غلق الأمبولة باللهب لصـهر الزجاج وأحكام أغلاقه لمنع مشـكلة

إعادة تعبئة الفائض (Recontaining surpluses)، ويوصــى بشـراء محاليل التتروكسـيد tetroxide solution في أمبولات صغيرة.

سادسا: الكيماويات التآكلية Corrosive chemicals

هذه الكيماويات تسبب تآكل أو تدمير للأنسجة الحية (شكل 41) عند الاحتكاك بها والاحتياطات في التعامل مع مثل هذه المواد يتركز على منع أي احتكاك بها والتركيزات العالية من الأحماض والقواعد القويـة معروف أن لها خطر خاص. فالمحاليل المائية للأحماض القويـة (PH أقل من2)أو القواعد (PH أعلى من 12) تكون أعلى من 1 مولر، خاصــة هيدروكلوريك أسـيد، والأحماض العضـوية القوية والأمينات تكون لها تأثير تآكلي على الجلد. ولذلك يجب مراعاة إتاحة كلاً من حماية العين بالنظارات التي تحيط بالكامل بالعيون (Googles) وكذلك القفازات المطاط عند تداول والتعامل مع المواد التي لها تـأثير تـآكلي كذلك يجب توفر قنـاع الوجـه فوق نظـارة الأمـان وقفازات المطـاط (أبرون Apron) بشكل ملائم، ويجب أن يكون دش العيون وكذلك دش الطوارئ جاهزا ومتاحا في المناطق التي يستخدم فيها أو تخزن فيها المواد التآكلية.



شكل (41) إشارة تدل على وجود مادة كيميائية تسبب تآكل الأنسجة

سابعا: الاحتياطات الخاصة بالكيماويات التفاعلية Reactive

الخطر الخاص بالكيماويات التفاعلية Reactiveيكون مرتبط بالخصـــائص الكيماوية لكل مادة وقبل العمل مع هذه الكيماويات التفاعلية يجب فهم مخاطرها، مثل أن نقرأ بطاقة البيانات لنعرف منها الاحتياطات الموصى بها، ومن المراجع المختلفة نعرف المعلومات الخاصـة بتفاعلاتها وتوافقها مع جميع هذه المواد ونستخدم أقل كميات ممكنة بقدر الإمكان، مع ضرورة استخدام غطاء دولاب الغازات Hood sashونســـتخدم قناع الســـلامة وقناع الوجه كما يجب فرز الكيماويات التفاعلية هذه وتخزينها بعيداً عن الحرارة وضوء الشمس.

سابعا: المواد المؤكسدة Oxidizer

تعتبر تفاعلات الأكسدة سبب متكرر وشائع للحوادث الكيماوية، فعند تخزين مثل هذه المواد يجب عزلها عن المواد القابلة للاشتعال أو المواد القابلة للانفجار وكذلك عن المواد العضوية والمواد المختزلة الأخرى.

ثامنا: الكيماويات سريعة الاشتعال Pyrophoric chemicals

مثل الفوسفور الأبيض و Boranes, n-butyllithium, White phosphorus هذه المواد تشتعل عندما تتصل بالهواء لذا يجب تخزين هذه المواد Pyrophoric في جو خامل (تحت نيتروجين أو ارجون).

تاسعا: الكيماويات ذات الصفات الخاصة:

الكيماويات التي تتصف بصفات خاصة مثل التي تسبب حساسية الصدمة / تتفاعل ذاتيا/ قابلة للانفجار/ ماصة للحرارة تتميز بأن الذرات في هذه المواد ترتبط مع بعضها في ترتيب يجعلها تحتوي على طاقة عالية وهذه المواد قد تتحرر منها كمية كبيرة من الطاقة عندما يتم عمل هز أو ضرب struck أو ذبذبة أو سقوط أو تحريك شديد لها. ولذلك فقد يحدث انفجار عندما تتحرر بسرعة كميات كبيرة من هذه الطاقة. فحوادث المختبرات قد تحدث من نشوء تركيبة غير مقصودة Inadvertent formationمن مواد تنفجر أو تسبب صدمة الحساسية مثل البيروكسيدات من تعرض الأوكسجين لبعض الكيماويات، فتتكون مثلاً البيركلورات من حمض البيركلوريك وهذه يجب أجراؤها في دولاب الغازات وكذلك تكون مركبات الـ Azide من محلول ملح الـ Azideبتفاعله مع الرصاص في مواسير الصرف الصحي مثلاً. كذلك فإن المانومتر الزئبقي المستخدم لقياس ضغط الأمونيا أو الاستيلين Acetylene قد يتورط أو يتسبب في عديد من حوادث المختبرات.

عاشرا: الكيماويات التي تكون بيروكسيد Peroxide – forming chemicals

بعض الكيماويات يمكن أن تتحول إلى مواد خطرة أو Shock sensitiveتسبب صدمة البيروكسيدات العضوية وذلك مع طول التخزين و/أو التركيز فالخطوة الوحيدة لخفض الخطر المحتمل

هي ببساطة منع التخزين الطويل لكل الكيماويات التي تكون بيروكسيد. ويمكن الرجوع إلى جداول خاصة كمرشد لتقدير الحدود الآمنة لتخزين مثل هذه الكيماويات.

"لا تخزن هذه الكيماويات أكثر من الوقت المحدد لها حتى لا تتكون بها بيرواكسيدات" .

منع التعرض للكيماويات الخطيرة في المختبرات

Preventing Exposure to Hazardous chemical in laboratories

الأساس في منع التعرض للكيماويات الخطيرة في المختبرات يمكن أن يستوفى من خلال استعراض أهم المتطلبات الواردة في المواصفة القياسية للأوشا ((OSHA standard) ويتلخص ذلك في المحاور التالية:

1- خطة النظافة الكيميائية Chemical hygiene plan (CHP)

هذه الخطة هي لب المواصفة OSHAحيث يجب أن تشتمل الخطة المكتوبة على ممارسات العمل Work practice، إجراءات التشغيل القياسية Standard Operating Procedures(SOP)، وطرق التحكم، واستخدام معدات الحماية الشخصية، والفحص الطبي، والاحتياطات الخاصة بالعمل مع المواد الخطرة بصفة خاصة.

ويجب أن يقوم العاملون بعمل تقييم ومراجعة وتدقيق لضمان فعالية خططهم على الأقل مرة سنوياً وتحديثهم عند الضرورة مع مراعاة أن يكون البرنامج متاحاً للعاملين وممثليهم. وكجزء من الخطة المكتوبة، فإن العاملين يجب أن يكون معرف لهم مكتب النظافة الكيميائية Chemical –hygiene office، من خلال إشارة أو علامة أو رمز ومن الأفضل تشكيل لجنة السلامة الكيمائية (النظافة الكيمائية) لكي تصدر الإرشادات الفنية اللازمة لتطوير وتنفيذ الخطة.

2- تزويد العاملين بالمعلومات وتدريبهم Employee information and training

كجزء من الخطة المكتوبة، فإن العاملين يجب أن يوضع لهم برنامج تدريب يحتوي على المعلومات الخاصة بتعرض العاملين للكيماويات الخطرة في مكان العمل. وهذا البرنامج يجب أن يحذر العاملين من الأخطار الموجودة في منطقة عملهم سواء التي سوف يبدؤون العمل فيها أو التي سوف يعملون فيها بعد ذلك، والبرنامج أيضاً يشمل التدريب والمعلومات المطلوبة لمواصفة التعريف بالمخاطر، خصوصاً المخاطر الطبيعية والصحية ويتم ذلك كما يلي:.

أولا: –المعلومات: Information

حيث يجب أن تتضمن هذه المعلومات مدى توفر مواصفة للمختبر ومدى إتاحة خطة النظافة الكيماوية للعاملين وحدود التعرض المسموح بها للكيماويات الخطرة المستخدمة وأيضا الدلائل والأعراض المصاحبة للتعرض للكيماويات الخطرة المستخدمة في المختبر وموقع ومدى إتاحة المواد المرجعية Reference materials شاملة الـMSDSs التي تشرح المخاطر والتداول والتخزين وكيفية التخلص من الكيماويات الخطيرة في مكان العمل.

ثانيا: –التدريب: Training

يجب أن تشمل خطة تدريب العاملين تفاصيل خطة النظافة الكيماوية (CHP) وكيف يتم تنفيذها في مكان العمل والمخاطر الصحية والطبيعية للكيماويات في منطقة العمل ومتطلبات المعايير الواجبة التنفيذ من قبل العاملين والتي تمنح العاملين حماية، ويشمل ذلك وسائل التحكم الهندسية، وممارسات العمل وإجراءات الطوارئ واختيار معدات الحماية الشخصية. كذلك يجب أن تتضمن خطة التدريب الرقابة والملاحظة مثل معدات المراقبة المستمرة، والمظاهر المرئية بالعين أو بالشم بواسطة العاملين والتي يكتشف بها العاملين الكيماويات الخطيرة، وحدود ومحددات هذه الطرق ومن الضروري اشتمال التدريب على معلومات عن الاستخدام الأمثل والطرق المثلى لتقييم كفاءة أداء دواليب الغازات وغيرها من معدات الحماية.

ثالثا: الفحوص الطبية والاستشارات: Medical examination and consultation

المواصفة لا توجب إجباريا الخدمات الطبية لكل العاملين، ولكن هناك ظروف طارئة معينة لبعض العاملين الذين يتعاملون مع الكيماويات الخطيرة فهؤلاء يجب توجيه عناية خاصة بهم بشأن الرعاية الطبية. بشكل متخصص فإنه يجب أن تقدم الرعاية الطبية (شاملة أي فحوص للمتابعة والاختبارات الموصى بها من طبيب الفحص)، للعاملين الذين تظهر عليهم أي إشارات أو أعراض مرتبطة بالتعرض للكيماويات الخطيرة المستخدمة في المختبر. وكذلك فإن العاملين الذين يتعرضون بشكل روتيني لمستويات فوق مستوى العمل المعتاد Action level فهؤلاء يجب أيضاً أن يتم متابعة مدى تعرضهم مع تقديم الخدمات الطبية اللازمة لهم. كذلك فإن الاستشارات الطبية والفحص الطبي يجب أن يتم تقديمهما لأي عامل موجود حال حدوث انسكاب أو انفجار أو حدوث أي حوادث ينتج عنها احتمال التعرض للكيماويات الخطيرة. وفي نفس

الوقت يجب على العاملين أن يقدموا للطبيب المتخصص معلومات عن الكيماويات الخطيرة، والأحوال والظروف المصاحبة للتعرض لهذه الكيماويات، والعلامات والأعراض التي تظهر عليهم نتيجة خبراتهم في هذا الصدد. ومن حقْ العاملين أن يتسلموا الرأي الطبي(التشخيص) المكتوب من الطبيب والذي يشمل تقريرا عن فحوص المتابعة وكذلك نتائج الاختبارات ذات العلاقة، والشروط أو الظروف الطبية التي تزيد مخاطر التعرض للعامل، وإفادة (Statement) بأن العامل تم إبلاغه بنتائج الفحص الطبي والاستشارة الطبية.

رابعا: طرق التحكم ومعدات الحماية الشخصية:

Methods of control and personal protective equipment

كجزء من خطة النظافة الكيماوية CHP، يجب على العاملين أن يطوروا معايير لتقدير وتنفيذ معايير تحكم لخفض خطر تعرض العاملين للكيماويات الخطيرة في المختبرات. وبشكل عام فإن هذه المقاييس أو المعايير تشمل معايير التحكم في ممارسات العمل ومعايير التحكم الهندسية ومعدات الحماية الشخصية (PPE)، ومعاير التحكم الهندسية تشمل التهوية Ventilation، دواليب الغازات، القفازات وغيرها من نظم التخلص من العادم. أما معايير التحكم في ممارسات العمل فإنها تشمل تحديد أماكن محددة للأكل والشرب ومنع استخدام الفم كماصة (لسحب المحاليل). ومعايير التحكم أيضاً قد يكون منها العمل بالطريقة التي تقلل من التعرض للكيماويات الخطيرة وتعظم فعالية معايير التحكم الهندسية.

ويضاف إلى ما سبق استخدام الحماية التنفسية بالكمامات وخاصة عندما تكون معايير التحكم الهندسية غير ملائمة. والمعدات الخاصة بالتنفس يجب أن تتطابق مع المواصفات القياسية المحددة لذلك من حيث ملاءمتها واختيار النوع المناسب للعمل وطريقة الاستخدام وصيانتها. ويمكن أن يضاف إلى ما سبق استخدام نظارات السلامة safety glasses والتغطية الكاملة للجسم، والقفازات الملائمة.

خامسا: تأكيد السلامة لمواد خطرة خاصة

Safeguards for particularly hazardous substances

يجب أن تتضمن خطة النظافة الكيماوية (CHP) معايير إضافية عند العمل مع مواد خاصة مثل المواد المسرطنة، ومواد السمية الإنجابية والمواد التي لها درجة عالية من السمية المزمنة.

حيث في مثل هذه الظروف يجب أن تشمل خطة النظافة الكيميائية (CHP) تصميم وتخصيص منطقة عمل لمثل هذه المواد مزودة بالإشارات والعلامات التحذيرية للمخاطر المصاحبة لمثل هذه المواد واستخدام دولاب للغازات أو الأدوات المناظرة أو المكافئة له ويجب توفر إجراءات لإزالة التلوث لكل من هذه المناطق كما يلزم توفر إجراءات للتداول الآمن وكيفية إزالة أو التخلص من المخلفات بطريقة آمنة.

سادسا: تحديد المخاطر Hazard Identification

يجب أن يضمن العاملون أن بطاقات البيانات على حاويات الكيماويات الخطرة ليست منزوعة أو مشوهة، كذلك يجب أن يحتفظ العاملون بالـ MSDSs التي تم استلامها مع شحنة المواد الكيماوية ونضمن اتاحتها للعاملين حيث أن الـ MSDSs هي وثيقة تشمل المكونات الخطرة، والخواص الطبيعية والكيماوية، والمخاطر الصحية المصاحبة لهذه المكونات، وبيانات التفاعلية (Reactivity) ومقاييس التحكم، وإجراءات الطوارئ والاسعافات الأولية والاحتياطات الخاصة بالتداول والاستخدام الأمن.

سابعا: الاحتفاظ بسجلات Record keeping

يجب على كل العاملين في المختبر أن ينشئوا ويحتفظوا بسجل دقيق عن نتائج مراقبة التعرض وهذا السجل يجب أن يشمل كل الاستشارات الطبية، والفحوص، والاختبارات وآراء الأخصائي الطبي، والـ MSDSs للكيماويات المستخدمة. أيضا هذا السجلات يتم حفظها لمدة قانونية قد تصل في بعض المواصفات إلى أكثر من 30 سنة ولكن السجلات الطبية للعاملين الذين يعملون مدة أقل من سنة لا تحتاج لحفظها بعد الوظيفة، ويجب على المسؤولين أن يسلموا هذه السجلات الطبية للعاملين بعد انهائهم الوظيفة.

الفصل الرابع

المخاطر البيولوجية في المختبرات

Biological Hazards

الفصل الرابع

المخاطر البيولوجية في المختبرات

Biological Hazards

مقدمة:

المخاطر البيولوجية(الحيوية) لا تقل إن لم تفوق في خطورتها كل من المخاطر الطبيعية والكيميائية التي أسـلفنا القول فيهما والسـبب أن الأضـرار بل والا مراض الناتجة عن هذه المخاطر البيولوجية قد لا يتم اكتشافها مبكرا وتظهر أعراضـها في وقت متأخر مما يزيد من تأثيراتها الصـحية المعاكسـة ويجعل تفاديها يكتنفه شيء من الصعوبة.

فعلى سـبيل المثال الحيوانات المختبرية خاصـة القوارض Rodents والـــقرود Primates وغيرها معروفة جداً في تجهيزات مختبرات علوم الســموم لذا فإن وجودهم وتوالدهم يعتبر جزء له أهميته بالنسبة للعاملين بالمختبر، خشية التعرض للأمراض التي تنتقل من الحيوانات للإنسان.

كما أن الموظفين والعاملين الذين يعملون في الاختبارات التي تجرى داخل المختبر (in Vitro) قد يتعرضـون لخلايا وأنسجة مختلفة قد توجد بها مخاطر حيوية، بالإضـافة إلى ذلك فإن العدوى المصـاحبة للمختبرات تشـكل خطورة للعاملين الذى يتعرضـون في عملهم للدم ومشـتقاته والمواد الأخرى المعدية التي قد تحتوى مسببات ممرضـة في الدم (Blood borne pathogens) وهذه المسببات الممرضـة في الدم قد تشمل فيروس الالتهاب الكبدي B، وفيروس فشل المناعة الإنسانية (HIV) المسبب لأعراض مرض نقص المناعة المعروف بالإيدز (AIDS). كل هذا فضـــلا عن العدوى الناشـــئة عن الأحياء الدقيقة الممرضة من بكتريا وفطريات وطحالب وفيروسات وغيرها من الأحياء الدقيقة.

المواصـــفة القياســية OSHA تتطلب تنفيذ كامل للعناصـــر المختلفة لبرنامج إدارة المســببات المرضــية التي تصــاحب الدم Blood borne pathogens ومنها عمل خطة التحكم في التعرض لهذه

الممرضات وكان الهدف هو خفض الخطر المحتمل الناشئ من العدوى بأمراض مصدرها الدم من خلال التعرض لها مهنياً.

وســـوف نناقش في هذا الفصـــل المخاطر البيولوجية في المختبرات لما لها من أثر بالغ على الأفراد العاملين في المختبرات وكذلك على البيئة المحيطة، وتزداد خطورة المخاطر البيولوجية نســـبيا عن المخاطر الكيميائية باعتبار أننا نتعامل مع كائنات حية لها القدرة على النمو والتكاثر وإحداث المرض سواء عن طريق العدوى أو عن طريق إفراز سمومها التي تسبب أمراض لأعضاء مختلفة من لإنسان وبالتالي تهدد حياته.

ومن جهة أخرى فإن تعامل العاملين في المختبرات مع الأحياء الدقيقة الممرضـــة إما بشـكل مباشـر عن طريق اختبارات الكشف عن هذه الكائنات الحية أو تنميتها لإنتاج سمومها لأغراض البحث العلمي وكذلك فإنهم يتعرضـــون لهذه الكائنات الحية الممرضـــة بشـكل غير مباشـــر من خلال التعامل مع الحيوانات المصـــابة أو عينات الأنســـجة الحيوانية والنباتية المصـــابة كما هو الحال في عينات الدم والبراز والبول والأنسـجة والخلايا الحية المختلفة. وسـوف نركز في هذا الفصـل على كيفية التعامل مع هذه المخاطر للوقاية منها بقدر الإمكان حماية للأفراد والمعدات والبيئة في المختبرات وأماكن تربية حيوانات التجارب وهذا يمكن تحقيقه من خلال التعرف على مصـــطلح الأمان الحيوي وخاصـــة ما يتعلق بالمختبرات التي تستخدم في المؤسسات التعليمية والبحثية لأغراض التعليم وأغراض البحث العلمي.

الأمان الحيوي (السلامة الإحيائية) Biosafety

الأمان الحيوي (السلامة الأحيائية) يمكن تعريفه بعدة تعريفات منها:

1- **هو الوقاية من حدوث فقدان واسع النطاق للتكامل البيولوجي، مع التركيز على كل من البيئة وصحة الإنسان.** وتشمل آليات الوقاية تواصل المراجعة المنتظمة للسلامة الأحيائية في البيئة المختبرية، وكذلك اتباع صارم للإرشادات والتوجيهات، وتعتبر السلامة الأحيائية ضرورة لحمايتنا من الأضرار مع ضرورة توفر مرافق وضوابط أمنية مشددة عند العمل مع علم الأحياء الاصطناعية وكذلك عندما يكون هناك إمكانيات لحدوث أعمال الإرهاب البيولوجي أو إطلاق المواد الكيميائية أو الكائنات الضارة في البيئة.

2- **الأمان الحيوي هو السلامة من التعرض للمواد المعدية.**

3- **الأمان الحيوي هو الحفاظ على ظروف السلامة في الأبحاث البيولوجية لمنع الضرر عن العاملين والكائنات الحية الغير مختبرية والبيئة.**

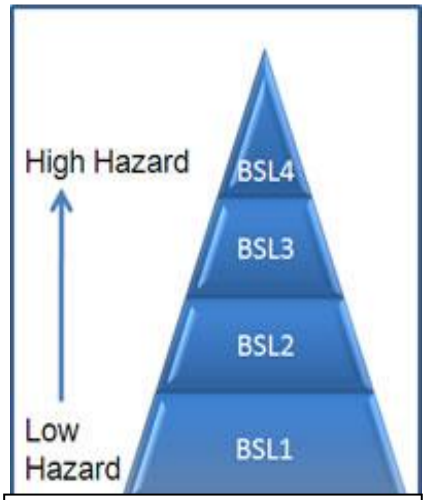
4- **الأمان الحيوي هو تطبيق المعرفة والتقنيات والمعدات لمنع تعرض الأفراد والمختبرات والبيئة للمخاطر المحتملة من المواد المعدية أو الخطر الحيوي.**

ويرتبط الأمان الحيوي (السلامة الأحيائية) بعدة مجالات :

- في علم البيئة من خلال أشكال الحياة المستوردة من خارج حدود المناطق البيئية، وفي الزراعة من خلال الحد من مخاطر الجينات الفيروسية الغريبة أو المعدلة وراثيا والهندسة الوراثية أو البريونات مثل مرض جنون البقر Cow mad، والحد من مخاطر التلوث الغذائي الجرثومي وفي الطب من خلال الأعضاء أو الأنسجة التي من أصل بيولوجي، أو منتجات العلاج الجينية والفيروسات. وفي الكيمياء مثل تأثير كلا من النترات ومستويات الكلور في المياه، على

الخصوبة، وأخيرا في بيولوجيا الفضاء (مثل سياسة وكالة ناسا لاحتواء الميكروبات الغريبة التي قد تكون موجودة على عينات الفضاء).

- مستويات الأمان الحيوي



شكل (42) يوضح مستويات الأمان الحيوي الأربعة

المعروف أن مستويات الأمان أربعة مستويات (شكل 42) أقلها خطورة هو المستوى الأول بينما يمثل المستوى الرابع أكثرها خطورة.

- **مستوى الأمان الحيوي رقم I (Biosafety level I)**

وهو الذي يمثل الأساس في المختبر وهو الذي يعبر عنه بالممارسات القياسية Standard Practices. بينما مستويات الأمان الحيوي من 2-4 فإنها محددة ومعرفة بواسطة الممارسات الخاصةSpecial Practices . على سبيل المثال فإن معايير مستوى الأمان الحيوي الثاني تتطلب احتياجات إضافية تشمل وضع العلامات (labeling) والخدمات الصحية، والاستخدام الأمثل لأبر التلقيح و المحاقن (السرنجات)، واستخدام ملابس واقية (بالطو وقفازات) (شكل 43 و44).


شكل (43) يوضح متطلبات مستوى الأمان الحيوي الثاني


شكل (44) يوضح إشارة تحذر من الخطر الحيوي

بينما مستوى الأمان الحيوي رقم 3 يزيد على ما سبق ليشمل توصيف للتحكم في دخول المختبر، ولبس الملابس الواقية الخاصة (ماسكات طبية/ بدل معقمة) ويتطلب أيضا أن كل العمل مع المواد المعدية يكون في كابينة أمان حيوي BSC أو أدوات الحماية الطبيعية الأخرى.

أما مســـــتوى الأمان الحيوي رقم 4 والذى يطبق مع معظم الكائنات الحية الخطيرة ويتطلب أعلى درجة من الحذر، فالممارسات المختبرية لهذا العمل تتطلب كل ما تم شرحه في المستوى 3 بالإضافة إلى محاذير ووســـائل تحكم أخرى مثل الدخول إلى غرفة تغيير الملابس حيث تزال الملابس العادية (ملابس الشـــــارع) وتلبس ملابس المختبر، والخروج بعد اســــتعمال دش إزالة التلوث Decontamination shower، ونقل المواد والمســتلزمات من خلال معقم بالبخار (أوتوكلاف) ذو أبواب مزدوجة Double-doored، وحجرة التبخير Fumigation chamber، أو ستارة هواء Air lock.

عموما، في كل من مستويات الأمان الحيوي الأربعة فإن العاملين يجب أن يتلقوا التدريب المناسب على الإجراءات والتقنيات قبل البدء في العمل ويجب أن يعملوا تحت إشراف علماء أكفاء.

معدات السلامة تمثل الحاجز الأول–أو خطة الدفاع الأول.

معدات السلامة تستخدم في نفس الوقت في الممارسات والتقنيات المختبرية لإعطاء حماية أولية لكل مستويات الأمان الحيوي، وهذا العنصر من الأمان الحيوي يشمل:

(أ) ثلاثة أنواع من كبائن الأمان الحيوي (Class I, II and III)

(ب) الحاويات المغلقة (Enclosed containers) مثل (كاسات الطرد المركزي الآمنة).

(ج) معدات الحماية الشخصية (مثل الملابس – الكمامات – القفازات – واقيات الأمان – النظارات)

– ففي مستوى الأمان الحيوي الأول(I): ليس مطلوباً معدات سلامة خاصة حيث أن المواد المتداولة لا تسبب خطر على صحة البالغين في مثل هذه المختبرات، والحماية الأولية تتحقق بواسطة الالتزام التام بممارســات المختبر القياســية خلال عمليات البنش المفتوح (أي بدون الحاجة إلى كبائن أمان حيوي أو ملابس خاصة).

ولمستوى الأمان الحيوي الثاني (2)، والثالث (3) بخلاف ما سبق فإن كبائن الأمان الحيوي (شكل 45) والتلازم المناسب من معدات الحماية الشخصية وأدوات الحماية الطبيعية (مثل كاسات الطرد المركزي الآمنة، دوارات الطرد المركزي المغلقة، والأقفاص المؤمنة للحيوانات) يجب أن تستخدم في الحالات التي تتميز بخطر محتمل عالي نتيجة تكون هباء جوي Aerosols والتي قد تنتج عن الطرد المركزي والطحن

والخلط والهز والضرب في خلاط، والتكسير بالموجات فوق الصوتية (Sonication) وتلقيح الحيوانات بالأنف خارجياً (Intranasal) ، والتداول للمزارع المعدية، وجمع الأنسجة المعدية والسوائل المعدية من الحيوانات أو البيض المعدي، وتشـــريح الحيوانات المعدية، والهباء الجوي (الأيروسول) الخاص بحيوانات التجارب – كذلك في الحالات التي يستخدم فيها تركيزات عالية أو أحجام كبيرة من المواد المعدية).

أما في حالة مستوى الأمان الحيوي (4) للمختبرات أو المرافق (المنشأة)،

فكل الإجراءات والأنشطة يجب أن تتم من خلال كبائن الأمان الحيوي class III أوفي Class I or II بالإضافة إلى استخدام بدلة الضغط الإيجابي التي يتم تهويتها من خلال نظام دعم الحياة



شكل (45) يوضح كيفية استخدام كبائن الأمان الحيوي

(one –piece، positive-pressure suit ventilated by a life support system) .

وبالإضافة لما سبق، فإن المختبرات التي يمكن أن تتعامل مع حيوانات ومع مواد المستوى الرابع من الأمان الحيوي يجب أن تتم التعامل معها في كبائن الأمان الحيوي من النوع Class III BSC(شكل 46) أو في نظام أقفاص محمى جزئياً وموجود في موقع يلبس فيه الأشخاص (إجبارياً) بدلة الضغط الموجب المتصلة بنظام دعم الحياة . كذلك فإنه في حالة الأنشطة التي تتعلق بالعمل مع حيوانات أو مع مواد فيروسية تستخدم معها مستوى الأمان (4)، فيجب توفر تحصينات



شكل 46) يوضح كابينة أمان حيوي Class III
بمكن التعامل معها بالتحكم عن بعد في الحالات شديدة الخطورة

عالية الفعالية ويمكن أن تستخدم كبائن الأمان الحيوي (BSC Class I or Class II) بدون بدلة الضغط الموجب Positive pressure suit، إذا تم إتباع التعليمات التالية:

1- عمل تطهير وإزالة تلوث للمنشأة.

2- العمل مع مواد أخرى معرفة بالمستوى الرابع من الأمان الحيوي لا يكون متصل بالمنشأة.

3- إتباع كل المواصفات القياسية والممارسات الميكروبيولوجية الخاصة لمستوى الأمان الحيوي الرابع (شكل 47).



شكل (47) يوضح إشارة تدل على التعامل مع أحياء دقيقة تتصف بمستوى الأمان الحيوي الرابع

تصميم المختبر يمثل الحواجز الثانوية أو خط الدفاع الثاني.

تصميم المختبر يلعب دور مهم في خفض انتشار المواد المعدية إلى البيئة الخارجية والتجمعات السكانية حيث أن التصميم السيء يمكن أن يؤدى إلى نشر أحياء دقيقة خلال المختبر بالإضافة إلى التجمعات السكانية. لذلك فإن إدارة المختبر يجب أن تستعرض وتراجع كل مشروع وتضمن أن تصميم المنشأة ملائم لاحتواء الخطر. وبناءً على ذلك فإن تصميم المنشأة يجب أن يشمل ثلاثة مستويات للحماية هي: المختبرات الأساسية .The basic lab ومختبرات الحماية (منع الانتشار) .The containment lab ومختبرات الحد الأقصى من الحماية (منع الانتشار) The maximum containment

فالمختبرات الأساسية Basic تناسب العمل مع المواد التي لا ترتبط بأمراض الإنسان، وتشمل منشآت مستويات الأمان الحيوي II, I. ولا تتطلب تصميمات هندسية خاصة، ولكن بصفة عامة تصمم هذه المختبرات أساسا بحيث تكون سهلة التنظيف، وطاولات المختبر (البنشات) تكون غير منفذة للماء ومقاومة للأحماض والقواعد والمذيبات والحرارة، والأثاث يكون ثابت وقوي، ويجب أن يكون هناك أحواض لغسيل اليدين. وبالإضافة لما سبق، فإن مختبرات الأمان الحيوي بالمستوى (II) تكون مصممة لتناسب إدخال المعقمات بالبخار (الأوتوكلافات) إلى المبنى.

أما المختبرات التي تتميز بحماية متوافقة مع مستوى الأمان الحيوي (III) فتصمم بتصميمات هندسية متخصصة والتي تسمح للعاملين بتداول المواد المعدية بدون خطر عليهم، ولا على المجتمع ولا على البيئة المحيطة بهم، وهذه المختبرات تكون معزولة عن مداخل الممرات ومناطق المرور العام

(General traffic)، والدخول إلى هذا المختبر يجب أن يكون من خلال أبواب مزدوجة (Two sets doors) وتكون في بعض التصـــميمات النوافذ مغلقة، والمختبر يشـــمل أوتوكلاف، وأبواب ذات مداخل تغلق ذاتياً، ونظام تهوية متخصص.

وفي النهاية فإن العمل مع المواد الشـديدة الخطورة التي يمكن أن تسـبب أمراض وبائية، يتطلب ممارسـات وتجهيزات مسـتوى الأمان الحيوي الرابع ويجب أن يكون تصـميم المختبر من النوع ذو الحماية الشديدة Maximum containment labs والذي يوفر أعلى مستوى من الحماية وهذه المختبرات عامة تكون في مبنى مســـتقل. وتتميز هذه المختبرات بوجود مداخل محكمة إلى المختبر، وســـتائر هواء أو حواجز من المحاليل المطهرة، وغرفة تغيير الملابس وحجرة الدش المحكمة جداً والمجاورة (الملتصـــقة) بالمختبر، ويلزم توفر معقم بالبخار (أوتوكلاف) مزدوج الباب، ونظام للتعامل مع المخلفات الحيوية، ونظام تهوية مستقل ونظام معالجة من التلوث للهواء المستنفذ (العادم) Exhaust air ، ويرتدي العاملون في هذا المستوى ما يسمى ببدلة الضغط الإيجابي المتصلة بنظام دعم الحياة (شكل 48).



شكل (48) يوضح بدلة الضغط الإيجابي المتصلة بنظام دعم الحياة للتعامل مع مستوى الأمان الحيوي الرابع الأكثر خطورة
One –piece، positive-pressure suit ventilated by a life support system

الأمان الحيوي في مختبرات الميكروبيولوجي

لتحقيق الأمان الحيوي في مختبرات الميكروبيولوجي فإن هذا يستوجب التعامل عن طريق الممارسات المختبرية الجيدة واستخدام معدات وأدوات السلامة وملابس الوقاية المناسبة. والمعروف أن المخاطر النسبية للتلوث بالأحياء الدقيقة تم تصنيفها بواسطة منظمة الصحة العالمية WHO الى أربعة مجموعات من حيث درجة الخطر وهذا التصنيف يستخدم في الأعمال المختبرية فقط.

1) **المجموعة الأولى** هي التي تسبب خطر قليل جدا أو لا تسبب وهي تضم الأحياء الدقيقة المستبعد تسببها في أمراض للإنسان والحيوان.

2) **المجموعة الثانية** وتضم الأحياء الدقيقة التي لها خطر متوسط في حد ذاتها ولكنها منخفضة في الخطر المشترك Low Community Risk وهذه المجموعة تضم الميكروبات الممرضة التي تسبب أمراض للإنسان أو الحيوان ولكن ليس لها فرصة لأن تسبب خطر شديد للعاملين بالمختبرات أو التجمعات أو قطعان الماشية أو البيئية.

والمختبرات المعرضة أو التي تتعامل مع ميكروبات هذه المجموعة قد يحدث لها عدوى شديدة ولكن المعاملات الفعالة والاجراءات الوقائية تكون ممكنة ويكون انتشار الخطر محدود.

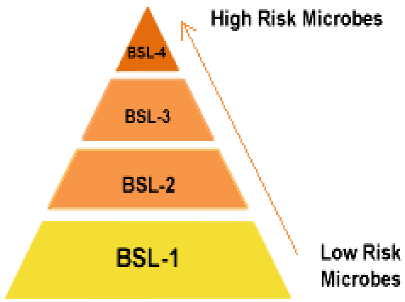
3) **المجموعة الثالثة** تضم الأحياء الدقيقة التي لها خطر عال منها ولكن الخطر المشترك منها يكون قليل وتضم الميكروبات الممرضة التي عادة تسبب أمراض خطيرة للإنسان والحيوان ولكن ليس من المعتاد أنها تنتشر من شخص مصاب الى آخر وكذلك فان هناك امكانية لاتخاذ المعاملات والاجراءات الوقائية ضد هذه الميكروبات أي يمكن السيطرة عليها.

4) **المجموعة الرابعة** وتضم الأحياء الدقيقة التي تتميز بخطر عال في ذاتها وكذلك في خطرها المشترك. وهذه تضم الميكروبات الممرضة التي تسبب أمراض خطيرة للإنسان والحيوان والتي يمكن

أن تنتقل العدوى بها من شخص مصاب الى آخر سواء بشكل مباشر أو غير مباشر وفى نفس الوقت فان المعاملات الفعالة والاجراءات الوقائية ليست سهلة.

وتنقسم المختبرات حسب مستوى خطورة الأحياء الدقيقة الى مستويات مقابلة من مستويات الأمان الحيوي (شكل 49) فعلى سبيل المثال:

فان **المجموعة الأولى** تمثل مستوى (1) من الأمان الحيوي Biosafety وهذا يكون في مختبرات البحوث الأساسية وهذه المختبرات يكفي فيها اتباع ما يعرف بال الممارسات الميكروبيولوجية الجيدة . GMT أي (Good Microbiological Technique)



شكل (49) يوضح مستويات الأمان الحيوي في مختبرات الميكروبيولوجي

ويكون العمل في هذه المختبرات على طاولات (بنشات) مفتوحة أي بدون استخدام معدات سلامة مثل ما يسمى كبائن الأمان الحيوي "BSC "Biological Safety Cabinet

أما **المجموعة الثانية** من الخطورة وهي أيضا تمثل المستوى (2) من الأمان الحيوي وتضم مختبرات الخدمات الصحية الأولية والتشخيصية والبحوث. وهذه المختبرات تتطلب بالإضافة الى تطبيق GMT أن يتم ارتداء ملابس واقية وكذلك توفر علامات الخطر الحيوي biohazard sign وهذه المختبرات أيضا يتم العمل فيها على طاولات المختبر البنش المفتوح (العادي) بالإضافة الى كبائن الأمان الحيوي BSC.

أما **المجموعة الثالثة** من الخطورة وهي تمثل المستوى (3) من الأمان الحيوي وهي مختبرات تتعامل بميكروبات ممرضة وذلك لعمل تشخيصات وبحوث خاصة تتعلق بهذه الميكروبات الخطيرة وهذه تحتاج بالإضافة الى تطبيق GMT وارتداء ملابس واقية، كذلك التحكم في دخول وانسياب تيار الهواء بالمختبر وبالتالي فان العمل بهذه المختبرات لا يكون على طاولات المختبر العادية مطلقا

ولكن يحتاج الى كبائن أمان حيوي BSC وكذلك بعض الاجراءات الاضـــــافية والحذر في كل الأنشطة.

وهناك **المجموعة الرابعة** من الخطورة وهي تمثل التعامل مع الميكروبات الممرضـــــة والمعدية وتمثل المســـتوى الرابع (4) من الأمان الحيوي وتتعامل هذه المختبرات مع الميكروبات الممرضـــــة الخطيرة وكذلك تتطلب كل الاجراءات الســـــابقة من تطبيق GMT وملابس واقية والتحكم في دخول وحركة الهواء بالمختبر وكذلك التحكم في دخول الهواء ووجود دش خارجي والتعامل بخصــوصــية وحذر مع المخلفات الناتجة من هذا المختبر. كذلك فلا بد من العمل خلال كبائن الأمان الحيوي Class III BCS وضـــرورة توفر أوتوكلاف (معقم بالبخار) ذو أبواب مزدوجة وكذلك مرشــحات الهواء. وتطبيقا لما سـبق فان المؤسـســات يجب أن تكون معنية بعمل خطط لتصــنيف الأحياء الدقيقة حسـب درجة خطورتها وذلك اعتمادا على مدى ضـــراوة الميكروب وأســلوب الميكروب في الانتقال وأنواع العوائل الخاصة بالميكروب وهذه ربما تتأثر بالمستويات الموجودة من المناعة وكذلك كثافة وحركة التجمعات الخاصـــة بالعوائل، وأيضـاً وجود ناقلات الجراثيم المناسـبة والمعايير البيئية المختلفة ، ويراعى أيضـا مدى توفر اجراءات وقائية فعالة وهذه قد تشـــمل الاجراءات الوقائية بالتطعيمات اللازمة وكذلك المعايير الأخرى مثل الشروط الصحية المتبعة في التعامل مع الأغذية والمياه وكذلك نظام التحكم في الحجر البيطري للحيوانات وناقلات الأمراض وفي النهاية يجب التأكد من مدى توفر المعالجات الفعالة وهذه تشـمل الامصـــال واسـتخدام المواد المضــادة للميكروبات والمضــادة للفيروســات وكذلك العقاقير الطبية مع الأخذ في الاعتبار مدى مقاومة الســــلالات الميكروبية للأدوية والعقاقير الطبية المستخدمة.

ولعمل تقييم للمخاطر فقد لا يكون كافياً تحديد مجموعة الخطرٌ Risk grouping لمادة معينة كما ذكرنا ســـابقا ولكن هناك عوامل أخرى يجب وضـــعها في الاعتبار وأهمها مدى ســـمية المادة أو مدى

احداثها للأمراض ومقدار الجرعة التي تسـبب الإصـابة وحدود التعرض لهذه المادة والطريق الطبيعي للإصـابة أو العدوى بهذه المادة و الطرق الأخرى للإصـابة او العدوى والتي تنتج من الممارسـات في العمل، على سـبيل المثال التلوث من الهواء أو من العاملين بالمختبر ، ولا شـك في أن من العوامل الهامة في تقييم الخطر أيضـا كل من مدى ثبات هذه المادة في البيئة والجرعة المؤثرة ومدى توفر العائل المناسب (سواء حيوان أو نبات).

وللتقييم الدقيق للخطر يجب أن تتوفر معلومات كافية من الدراسـات على حيوانات التجارب والتقارير الناتجة من المختبر أو التقارير الطيبة ومدى توفر الإجراءات الوقائية الفعالة أو التدخل العلاجي.

ما ذكر سـابقاً من تقييم المخاطر يمكن تحقيقه بكفاءة إذا كانت هناك معلومات كافية. في حين أنه عند عدم توفر المعلومات الكافية في بعض الحالات (على سـبيل المثال في العينات الطبية أو العينات المجمعة عشوائيا) ففي مثل هذه الحالات يجب الاحتراس والحذر عند سحب العينات وذلك من خلال أخذ الاحتياطات العامة المعروفة عالمياً وارتداء الواقيات مثل القفازات والملابس المختبرية الواقية الخاصـة وواقي العين بغض النظر عن منشـأ العينات، كما يجب أخذ مسـتوى الأمان الحيوي رقم (2) كحد أدنى لمتطلبات تداول العينات ومراعاة أن يخضع نقل العينات للقواعد والقوانين المحلية أو الدولية.

إلحاقا لما سـبق فإن بعض المعلومات يجب أن تكون متوفرة للمسـاعدة في تقدير الخطر من تداول هذه العينات منها على سـبيل المثال: البيانات الطبية عن الحالة المرضـية المسـحوب منها العينة والبيانات الوبائية (مثل بيانات الوفيات، طريقة نقل الوباء، البيانات الأخرى عن حالة الوباء أو التفشـي /الانتشـار للوباء) وأيضا معلومات عن المنطقة الجغرافية المسحوب منها العينة.

أساسيات يجب إتباعها في المختبرات الميكروبيولوجية لتحقيق الأمان الحيوي:

(1) كل مختبر يجب أن يكون لديه قائمة بأهم الإجراءات المختبرية التي توصـف بأنها التقنيات الميكروبيولوجية الجيدةGood Microbiological Technigue) GMT) كذلك فإن كل مختبر

ميكروبيولوجي يجب أن يكون لديه دليل الأمان والذي يعرف فيه المخاطر المعروفة والهامة وكذلك يشـــرح هذا الدليل الإجراءات اللازمة لمنع أو الحد من هذه المخاطر، وفيما يلي أهم المفاهيم التي يجب أن توضع في قوائم بالمختبر الحيوي:

أولاً: دخول المختبر

هناك بعض الاشتراطات التي يجب توفرها عند دخول المختبر وهي كما يلي:

(1) علامات واشارات التحذير العالمية الخاصـة بالخطر الحيوي يجب أن توضـع في مكان مناسب على أبواب الحجرات التي تشـتمل على او تتداول فيها ميكروبات من المجموعات الثانية والثالثة والرابعة من مجموعات الخطر.

(2) يدخل فقط الأفراد المصرح أو المسموح لهم بدخول مناطق العمل بالمختبر.

(3) أبواب المختبر يجب الإبقاء عليها مغلقة.

(4) الأطفال تحت سن 16 سنة لا يجب أن يصرح أو يسمح لهم بالدخول لمناطق العمل بالمختبر.

(5) دخول بيت الحيوان يكون بتصريح خاص.

(6) الحيوانات الغير مطلوبة للعمل لا يجب السماح بتواجدها في المختبر.

(7) يجب وضـــع لافتات داخل وخارج المختبر تشـــير إلى عدم التدخين أو الأكل أو الشـــرب في المختبر.

ثانياً: حماية الأفراد

لتوفير الحماية اللا زمة للعاملين في المختبر يراعى ما يلي:

(1) ملابس المختبر الخاصة يجب أن يتم ارتداؤها طوال وقت العمل بالمختبر.

(2) يجب لبس قفازات خاصة عند التعامل بشكل مباشر أو إجباري مع عينات الدم أو المواد المعدية أو الحيوانات المصـــابة، وبعد الاســـتخدام فإن هذه القفازات يجب إزالتها بشـكل صـــحيح ويجب غسل اليدين بعد ذلك مباشرة.

(3) يجب أن يغســـــل الأفراد أياديهم بعد تداول المواد المعدية والحيوانات المصـــــابة وكذلك قبل أن يغادروا منطقة العمل بالمختبر.

(4) النظارات الواقية وأقنعة الوجه وغيرها من الوســـائل الواقية يجب أن يتم ارتداؤها لحماية العيون والوجه من كل من لمبات الأشـــعة فوق البنفســـجية وكذلك من أي رذاذ يتطاير أو خلافه أثناء العمل.

(5) يمنع لبس الملابس الواقية الخاصـــــة بالمختبر خارج المختبر (على ســـــبيل المثال في حجرات الاستراحة أو المكاتب أو المكتبات أو دورات المياه أو حجرات الأفراد).

(6) الأحذية المفتوحة لا يجب لبسها في المختبرات بل تستخدم الأحذية المغلقة لحماية القدم.

(7) يمنع الأكل والشـراب واسـتعمال مسـاحيق التجميل وتداول العدسـات اللاصـقة وذلك في منطقة العمل بالمختبر.

(8) يمنع تخزين أي أغذية أو مشروبات خاصة بالأفراد في منطقة العمل بالمختبر.

(9) ملابس الوقاية المختبرية لا يجب وضعها في نفس الدواليب التي يتم فيها وضع الملابس العادية (ملابس الشارع).

ثالثا: منطقة العمل بالمختبر Working area حيث يراعى فيها ما يلي:

(1) يجب أن تكون مناطق العمل بالمختبر ملسـاء ونظيفة وخالية من أي مواد ليس لها صـلة بالعمل المطلوب.

(2) كل الأسطح المستخدمة في المختبر يجب عمل إزالة للتلوث الذي حدث بها نتيجة انسكاب مواد عليها أو استعمال مواد خطرة عليها وذلك بعد انتهاء العمل اليومي.

(3) كل المواد الملوثة والعينات والمزارع الميكروبية يجب عمل تعقيم لها قبل التخلص منها أو تنظيفها لإعادة استخدامها إذا كان ذلك ممكنا.

(4) التعبئة والنقل لأي مواد يجب أن يكون مطبقاً عليها القواعد الدولية والمحلية الخاصة بذلك.

(5) عندما يتم فتح الشبابيك يجب أن يكون هناك حواجز مفصلية (ستائر).

رابعاً: إدارة الأمان الحيوي بالمختبر:

(1) من المسئوليات الخاصة بمدير المختبر أن يضمن وجود خطة لإدارة الأمان الحيوي بالمختبر وكذلك يضمن وجود دليل للأمان والتشغيل الآمن.

(2) المشرف على المختبر (المسئول الثاني بعد المدير) يجب أن يضمن تنفيذ التدريب المستمر والدوري الخاص بأمان المختبر.

(3) يجب عمل تنبيه وتوعيه للأفراد من المخاطر والزامهم بقراءة واستيعاب وتنفيذ دليل الأمان أو دليل التشغيل الآمن واتباع الممارسات الجيدة والإجراءات القياسية بالمختبر. ويجب على مشرف المختبر أن يضمن أن كل الأفراد يتفهمون كل ما سبق، كذلك يجب أن يكون متاحاً بالمختبر نسخة من هذه الوثائق الهامة.

(4) يجب أن يكون متوفراً للمختبر برنامج للتحكم والسيطرة على الحشرات والقوارض وخلافها.

(5) يجب عمل تقييم طبي من فحص دوري وخلافه وعمل العلاج اللازم ويجب الاحتفاظ بسجلات للأفراد بهذا الشأن.

(6) يجب أن يتم تجميع عينات سيرم من أفراد المختبر أو أي أفراد آخرين لهم علاقة بهذا الخطر وهذه العينات يجب أن يتم تخزينها طبقاً للقواعد المعمول بها دولياً ومحلياً. ويجب تجميع عينات

إضـــافية دورياً من هؤلاء الأفراد حســب نوع الميكروبات التي يتم تداولها وحســب التحاليل التي يقوم بها المختبر. وذلك بغرض الوقوف على مدى حدوث عدوى أو مشاكل صحية لهؤلاء الأفراد العاملين بالمختبر.

علاقة تصميم المختبر بالأمان والسلامة:

هناك بعض الاعتبارات الهامة التي يجب أخذها في الاعتبار عند تصـــــميم المختبر والتي يكون لها علاقة بمشـــاكل الأمن والســـلامة أهمها :مدى تكون دخان أو انبعاثات أو هباء جوي أو خلافه وهل حجم العمل كبيرا أو أن هناك كثافة عالية في اســــتخدام الكائنات الدقيقة ومدى تزاحم الأجهزة والمعدات بالمختبر وهل هناك إمكانية لغزو المختبر بالقوارض والحشـــرات المختلفة. كذلك يجب أن يوضــــع في الاعتبار ظروف تتابع سير العمل من عينات لها طبيعة خاصة أو مواد ومحاليل.

ويمكن تصور أهم الخصائص والمواصفات التي يجب توافرها في تصميم المختبر لضمان الأمن والسلامة فيما يلي:

أولا: وجود مساحات كافية تسمح بالعمل الآمن وتسمح بإجراء النظافة والصيانة بكفاءة وسهولة وأن تكون الجدران (الحوائط) والأرضيات والأسقف ملساء ناعمة وتكون سهلة التنظيف، وتكون غير منفذة للسوائل ومقاومة للكيماويات والمطهرات التي تستخدم عادة في المختبرات. كذلك فإن الأرضيات يجب أن تكون مقاومة للانزلاق. ويجب بقدر الإمكان منع وجود مواســـير أو بلاعات بارزة وتكون طاولات المختبر(البنشـــات) ملاصـــقة للجدران (للحوائط) ومتصـــلة بها وغير منفذة للماء ومقاومة للمطهرات والأحماض والقلويات والمذيبات العضــوية وكذلك مقاومة للحرارة ويجب أن تكون الإضـــاءة مناســبة للأنشطة المختبرية وغير مرغوب في الإضـاءة التي لها انعكاسات وكذلك غير مرغوب في الإضـاءة المبهرة (الزائدة عن الحد).

ثانيا: أثاث المختبر يجب أن يكون قوى يتحمل الصــدمات وخلافه. وكذلك فإنه يجب أن تكون هناك مســاحات مفتوحة (فراغات) بين أو تحت طاولات المختبر (البنشــات)، وأيضــاً فإن الكبائن والمعدات بالمختبر يجب أن يكون من السهل الوصول إليها وتنظيفها ومساحات التخزين يجب أن تكون ملائمة ومناسبة لكي تستوعب المستلزمات المختبرية للاستخدام الحالي وعدم تكديسها في الطرقات على أو بين طاولات المختبر (البنشــات). أما التخزين لمدد طويلة فيجب أن يتوفر له مســاحات خارج منطقة العمل بالمختبر، وهناك حاجة ملحة لتوفير المســـاحات والإمكانيات اللازمة للتداول الآمن والتخزين للمذيبات والمواد ذات النشـاط الإشـعاعي وأسـطوانات الغازات المضـغوطة والمسـيلة كما يجب توفير أماكن لحفظ الملابس والمتعلقات الخاصــة بالأفراد العاملين بالمختبر وهذه لابد أن تكون خارج منطقة العمل بالمختبر مع توفير أماكن مناســـبة للأفراد خارج منطقة العمل بالمختبر وذلك لزوم الأكل والشرب والراحة.

ثالثا: يجب توفير أحواض لغســيل الأيادي بالماء في كل حجرة من المختبر ويفضــل أن تكون قريبة من بـاب الخروج من الحجرة كمـا يجـب أن تكون الأبواب بنـافذة زجـاجيـة وتكون ذاتيـة الغلق وتكون مقـاومـة للحريق كمـا يلزم توفير معقم بـالبخـار (أوتوكلاف) في نفس المبنى الموجود بـه المختبر مع الأخذ في الاعتبار أن نظام السـلامة والأمان بالمختبر يجب أن يغطى كل من السيطرة على الحرائق وطوارئ الكهرباء وتوفر دش الطوارئ وامكانية لغسيل العيون بالماء.

ونظرا لخطورة العمل في المختبرات السـيئة التهوية فيلزم توفير نظام تهوية مناسـب والذي قد يصـمم ليضـــمن انســـياب الهواء بدون حدوث دوامات في المكان بما يتوافق مع ظروف العمل وعدم إحداث تلوث للمكان المعقم وقد يكون ذلك بشـــكل ميكانيكي، أما إذا لم يتوفر نظام ميكانيكي للتهوية فيجب أن تكون الشـبابيك قابلة للفتح ولكن مع وجود حواجز أو سـتائر مفصـلية لضـمان عدم التلوث بتيار الهواء.

رابعا: يجب تزويد المختبر بالخدمات المختلفة كمصــدر مسـتقل لمياه عالية الجودة مع ضــمان عدم وجود خلط بين مصدر مياه المختبر ومصدر مياه الشرب. كذلك فإن وجود محابس تمنع ارتداد الماء يعتبر إجراء لحماية سلامة نظام المياه، ومن المسلم به تزويد المختبر بمصدر مناسب وكافٍ للتيار الكهربي ومصــدر إضـــاءة للطوارئ لضــمان الخروج الآمن في حالة انقطاع التيار الكهربي، ويجب توفير مولد كهرباء احتياطي لتوفير التيار الكهربي للأجهزة الأســـاســـية والهامة بالمختبر مثال الحضـــانات وكبائن الأمان الحيوي BSC والثلاجات والمجمدات وكذلك أجهزة التهوية الخاصـــة بحيوانات التجارب. كما يجب توفر مصدر للغاز وتوفر نظام صيانة جيد لوصلات الغاز أو شبكة الغاز الموجودة بالمختبر.

خامسا: من الضروري جدا توفير ثلاثة عناصر ضرورية لمواجهة متطلبات التحكم في التلوث هذه العناصـــر الثلاثة هي: (أ) معقمات بالبخار (أوتوكلافات) لمعاملة المخلفات الصـــلبة والتى تحتاج لتصميمات خاصة و(ب) محارق لها تصميمات خاصة ومجهزة بوسائل للتصرف في الدخان الناتج ولنواتج الحرق و(ج) ماء الصرف الملوث يجب معالجته بطريقة مناسبة.

علاقة الأجهزة بالسلامة في مختبرات الميكروبيولوجي:

يجب على مدير المختبر بعد التشاور مع مكتب الأمان الحيوي ولجنة أو مكتب السلامة بالجهة التابع لها المختبر أن يضـمن أن الأجهزة الموجودة في المختبر ملائمة وتستخدم بطريقة صحيحة وهذه الأجهزة يراعى اختيارها على أســـس واعتبارات عامة منها على ســـبيل المثال: أن تكون هذه الأجهزة مصـــممة لكي تمنع أو تحد من الاحتكاك بين الفرد المشـــغل لها وبين المواد المعدية الخطيرة وأن تكون مصنعة من مواد غير منفذة للسوائل ومقاومة للتآكل وتتطابق مع المتطلبات الإنشائية القياسية وأن تكون كذلك مصـــممة بحيث تكون خالية من الحفر، أو الحواف الحادة أو الأجزاء المتحركة الغير محمية أو

الغير مؤمنة وأن يكون تصـميمها وإنشـائها وتركيبها بحيث نضـمن سـهولة وبسـاطة العمل عليها وسـهولة صيانتها وسهولة تنظيفها وإزالة التلوث منها ويراعى أن تستبعد منها بقدر الإمكان الأجزاء الزجاجية.

الأجهزة الأساسية للأمان الحيوي بالمختبر:

(1) **الماصات** ويتم استخدامها بدون استعمال الفم ومنها تصميمات عديدة بديلة للسحب بالفم كالماصـات الأوتوماتيكية وغيرها.

(2) **كبائن الأمان الحيوي** حيث يجب استخدامها عندما يكون هناك فرص متزايدة للخطر من العدوى من الهواء وفي حالة اســتخدام طريقة عمل ينتج عنها دخان أو هباء جوي أو انبعاثات وذلك كما في حالة عمليات الطرد المركزي، وعمليات التكسير، والجرش، ، والهز الشديد أو الخلط الشديد، وكذلك عند فتح عبوات المواد المعدية التي تحفظ مع ضغط داخل العبوة يختلف عن ضغط الغرفة، كذلك في حالة أخذ أنسجة مصابة من حيوانات وهكذا...

(3) **إبرة التلقيح البلاســتيك** التي تســتخدم لمرة واحدة. هناك ما يقابلها وهي الإبرة الكهربائية التي يمكن اســـتخدامها في كابينة الأمان الحيوي BSC وذلك لتقليل تكون أدخنة أو ضـــباب أو هباء جوي (إيروسولات).

(4) **معقمات بالبخار (أوتوكلافات)** لتعقيم المواد الملوثة.

(5) **ماصـات باسـتير** البلاسـتيك التي تسـتخدم لمرة واحدة وهذه كلما أمكن يتم اسـتخدامها لمنع اسـتخدام الماصات الزجاجية.

(6) **الأجهزة مثل** المعقمات بالبخار (الأوتوكلافات) وكبائن الأمان الحيوي يجب إجراء معادلة (تقييم صـــلاحية) Validation لها وضـــبطها بطريقة ملائمة – وذلك يتم غالباً بواســطة مواد قياســية معينة– قبل اسـتخدامها ويتم معايرة (Calibration) هذه الأجهزة على فترات زمنية محددة لضـمان جودة ودقة أدائها وذلك حسـب تعليمات الشـركة المنتجة لها وهذا الإجراء يتبع ويطبق أيضـا في كل

معدات السلامة بالمختبر مثل دواليب الغازات وغيرها لضمان كفاءتها في أداء مهامها في تحقيق السلامة.

الرعاية الصحية للأفراد العاملين بمختبرات الميكروبيولوجي:

تعتبر إدارة المختبر ممثلة في مدير المختبر مسئولة عن الرقابة الصحية لأفراد المختبر، والهدف من هذه الرعاية أو الرقابة هو متابعة الأمراض الناتجة عن العمل، أي أمراض المهنة. ولإنجاز ذلك فإن هناك أنشطة يجب القيام بها من أجل تحقيق ذلك أهمها:

(1) متابعة الحالة المناعية بعمل اختبارات مناعة للأفراد وباستخدام أدلة المناعة المناسبة.

(2) تسهيل عملية الكشف المبكر عن العدوى والأمراض.

(3) استثناء الحالات الأكثر قابلية للعدوى مثل السيدات الحوامل وذلك باستبعادهن من العمل المختبري الأكثر خطورة.

(4) يجب توفر أجهزة ومعدات وإجراءات السلامة والوقاية للأفراد.

التعامل مع المخلفات في مختبرات الميكروبيولوجي

المقصود بالمخلفات هنا هي أي شيء يتم التخلص منه من المختبر. وفى المختبرات فإن تعقيم أو إزالة التلوث من المخلفات يكون مرتبط مع التخلص النهائي منها. فهناك مواد ملوثة قليلة هي التي تزال يومياً من المختبر. ولكن هناك معظم الأدوات الزجاجية والأجهزة والملابس المختبرية التي قد يعاد استخدامها أو تدويرها. وخلاصة القول إن كل المواد المعدية يجب أن يزال تلوثها وتعامل بالمعقم بالبخار (الأوتوكلاف) أو بالطريقة المناسبة لإزالة تلوثها حسب حالتها أو يتم حرقها.

يجب على المختبر أن يتبنى نظام لتحديد وفصل المواد المعدية وعبواتها وذلك النظام يتضمن اتجاهات معينة منها على سبيل المثال أن المخلفات الغير معدية يمكن تدويرها أو إعادة استخدامها مثل المخلفات المنزلية العادية كذلك فإن المواد الملوثة التي تتميز بأطراف حادة مثل المحاقن والمشارط والسكاكين

والزجاج المهشـــم كل هذه الأشـــياء يجب تجميعها في أوعية غير قابلة للثقب ومغلقة جيداً وتعامل مثل المواد المعدية الخطيرة. وفي بعض الأحيان فإن بعض المواد الملوثة أو الأدوات التي يتم إزالة تلوثها الميكروبي بالأوتوكلاف يمكن بعد ذلك غسـلها وإعادة اسـتخدامها أو تدويرها. لكن في نفس الوقت هناك بعض الأدوات أو المواد التي يزال تلوثها الميكروبي بالأوتوكلاف ثم يتم التخلص منها بل إن هناك المواد الملوثة والتي توجه مباشرة للمحرقة (راجع الفصل الخاص بإدارة مخلفات المختبرات).

والأســـئلة الأســـاســـية الذي يجب طرحها قبل التخلص من أي مواد من المختبرات التي تتعامل مع الميكروبات المعدية أو الأنسجة الحيوانية هي كما يلي:

(1) هل الأشياء أو المواد تم إزالة تلوثها أو تم تطهيرها بإجراء أو طريقة مناسبة؟

(2) هل هذه الأشـــياء أو المواد تم تعبئتها بطريقة ســـليمة لكي يتم احراقها في الحال أو نقلها لمكان آخر به محرقة سعتها أكبر؟

(3) هل المواد التي تم عمل إزالة التلوث بها بتعقيمها أو تطهيرها يمكن أن يكون لها مخاطر أخرى كمخاطر بيولوجية أو كيميائية أو خلافه؟، ومن الذي ســـوف يقوم بتنفيذ عملية التخلص هذه، ومن هو الذي ســـوف يتعامل بعد ذلك مع المواد المتخلص منها في المكان المخصـــص لذلك؟.

عملية إزالة التلوث Decontamination في مختبرات الميكروبيولوجي:

(1) **يعتبــر اســتخدام المعقمــات بالبخــار (الأوتوكلافــات)** هـو الطريـق المفضـل لكـل عمليـات إزالـة التلـوث وهنـاك مـن المـواد التـي يـراد إزالـة التلـوث منهـا أو الـتخلص منهـا مــا يجــب وضــعه فــي عبــوات: علــى ســبيل المثــال الحقائــب البلاســتيك الخاصــة بالأوتوكلافـات وهـذه يـتم اسـتخدام ألـوان منهـا حسـب محتواهـا بحيـث يعـرف مـن اللـون

أن كانـت توجـه إلـى الأوتـوكلاف أم إلـى المحرقـة وهنـاك وسـائل أخـرى غيـر ذلـك يمكـن بها إزالة الميكروبات أو قتلها كاستخدام مواد غير تقليدية أو كيماويات معينة.

(2) **الكيماويات والمطهرات** واستخدامها في إزالة التلوث حيث يجب أن يكون بالمختبر إجراءات وتعليمات تشغيل مكتوبة تحدد ماهي الكيماويات المستخدمة وكيفية استخدامها بدقة متبعين في ذلك التوصيات المصاحبة لكل مادة والتي تم وضعها بواسطة الشركة المنتجة لهذه الكيماويات، وكذلك يجب أن يتوفر في المختبر إجراءات للتحقق من كفاءة وفعالية هذه الكيماويات, عموماً فإن **هيبوكلوريت الصوديوم والمركبات الفينولية** هي المواد الأكثر استخداماً في التطهير في المختبرات كاستخدام عام ولكن هناك مواد أخرى تستخدم حسب الغرض المستخدم من أجله مثل بعض المواد ذات النشاط السطحي أو المواد المزيلة للدهون ويشمل ذلك **الكحوليات واليود والأيودوفورات والمواد المؤكسدة الأخرى**، كذلك فإن خفض درجة الـ pH قد تكون فعالة في بعض الحالات.

(3) هناك طرق اخرى لإزالة التلوث بخلاف ما سبق مثل استخدام الحرارة الجافة، كذلك فإن الميكروويف والأشعة فوق البنفسجية والأشعة المؤينة قد تكون غير مناسبة في مختبرات الميكروبيولوجي. أيضا وهناك تقنيات جديدة مثل التحليل **بالقلوي أو الهضـــم بالقلوي** قد تكون بديلاً للمحرقة في بعض الحالات.

تطبيقات الأمان الحيوي في الأبحاث الخاصة بالحامض النووي DNA

جزئيات الــ DNA أو rDNA، تعرف كجزئيات مركبة constructed خارج الخلايا الحية بواسطة ربط /دمج أجزاء Segments من DNA طبيعي أو مركب إلى جزئيات الــ DNA التي يمكن أن تتكرر في الخلية الحية، أو جزئيات الـ DNA التي تنتج من تكرارات هذه الجزئيات.

كل المختبرات التي تعمل مع rDNA يجب أن تتوافق مع كل القوانين المحلية والإرشـــادات والقواعد المنظمة في هذا الشأن. بسبب الطبيعة الخاصة للـــ rDNA، فيجب إتباع برامج سلامة فعالة ليس فقط للحماية الطبيعية ومراقبة ممارســات العمل ولكن أيضــاً الأخذ بالاعتبار آليات عدم الانتشــار

الحيوي الملائمة. ويجب توفر إرشادات خاصة بممارسات العمل الخاصة والمواصفات المتخصصة في هذا الشأن، والمعدات المختبرية ومعايير تصميم المختبر التي يجب أن تستوفى عند بناء وتداول جزئيات rDNA و/ أو الأحياء والفيروسات المحتوية على هذه الجزئيات.

(هذه التوصيات تتعلق بالمستويات الأربعة لمستويات الأمان الحيوي المستخدمة عند العمل مع المواد المعدية كما سبق القول ويمكن الرجوع إلى مستويات الأمان الحيوي الأربعة السابق ذكرها للوقوف على المعايير والممارسات ومعدات السلامة وتصميم المختبر التي تناسب هذا النوع من الأبحاث).

منشأة بيت حيوانات التجارب Laboratory Animal Facilities

تتنوع الاحتياطات الواجب اتخاذها في بيت الحيوان الخاص بحيوانات التجارب حسب مستوى الخطر وتزداد شدة هذه الاحتياطات كلما زاد مستوى الخطر والمعروف أن مستويات الأمان الحيوي تتدرج في شدتها أو شدة الإجراءات المتبعة حيالها من المستوى (1) إلى المستوى (4) كما سبق أن أشرنا إليه من قبل ويمكن أن يضاف إلى ما سبق ضرورة استخدام كبائن الأمان الحيوي أو استخدام أقفاص منفصلة لكل حيوان على حدة وتزويدها بمرشحات هوائية للتخلص من الهواء الناتج عن التجارب والذي قد يتسبب في توليد غبار أو أتربة أو روائح مع ضرورة تواجد معقم بالبخار (أو توكلاف) في مكان قريب من بيت الحيوان لزوم التعقيم. وبخصوص فرشة الحيوان (تبن أو نشارة خشب أو خلافه) فيجب إزالتها بدون إحداث غبار أو إثارة للأتربة ويجب إزالة تلوثها أو تعقيمها قبل التخلص منها كما يجب الحذر عند استخدام المعدات الحادة كالسكاكين والمشارط وغيرها ويراعى في التخلص منها ما ذكر سابقا. كذلك يجب التعامل مع أقفاص الحيوانات بتطهيرها وإزالة التلوث منها بعد الاستخدام وأما جثث الحيوانات النافقة أو التي تم استعمالها في التجارب فيتم إرسالها بطريقة آمنة إلى المحرقة. ولا يغيب عنا وجوب ارتداء ملابس واقية وتجهيزات لحماية ووقاية الأفراد المتعاملين مع حيوانات التجارب ويجب التخلص منها

بعد انتهاء العمل. كذلك يجب توفر قفازات خاصـــة للحماية من الحيوانات وعدم التعرض للقضـــم أو الإصابة أو التلوث وأيضاً يجب على العاملين غسل أيديهم جيداً قبل مغادرة بيت الحيوان.

ونظرا للأهمية القصوى لمعرفة تفاصيل أكثر عن بيت الحيوان الخاص بالتجارب المختبرية فسوف نلخص أهم الاعتبارات التي يجب تحريها وتنفيذها بدقة في منشـــأة بيت الحيوان لتحقيق أكبر قدر من الســـلامة للأفراد ولحيوانات التجارب وللبيئة المحيطة وذلك فيما يلي:

مستويات الأمان الحيوي لمنشأة بيت الحيوان

أ- <u>منشأة بيت الحيوان Animal facilities في مستوى الأمان الحيوي الأول</u>

حيث يجب أن تتوفر فيها الاشتراطات التالية كحد أدنى:

1- تصمم وتبنى منشأة بيت الحيوان بحيث يسهل تنظيفها وترتيبها.

2- يكون متوفر بها حوض غسيل للأيدي.

3- إذا وجدت شبابيك (نوافذ) يمكن فتحها في هذه المرافق فيجب تزويدها بشبكة تمنع دخول الذباب والحشرات.

4- يوصـــى (وليس إلزاماً) أن يكون اتجاه تدفق الهواء في منشـــأة الحيوان للداخل والهواء المســـتنفذ يكون للخارج بدون عمل إعادة دورة Recirculate للغرف الأخرى.

ب-<u>منشأة بيت الحيوان Animal facilities في حالة مستوى الأمان الحيوي الثاني</u>

حيث يلزم توفر الاشـــتراطات التي ذكرت في مســـتوى الأمان الحيوي الأول بالإضـــافة إلى توفر معقم بالبخار (أوتوكلاف) لتعقيم المخلفات المعملية في المبنى الموجود به منشأة بيت الحيوان.

<u>ج-منشأة بيت الحيوان Animal facilities في حالة مستوى الأمان الحيوي الثالث</u>

يجب توفر الاشتراطات المذكورة في مستوى الأمان الحيوي الثاني بالإضافة إلى ما يلي:

1–منشـأة الحيوان في هذا المسـتوى من الأمان الحيوي تصـمم بحيث يسـهل تنظيفها وترتيبها للإعاشـة، وتكون معزولة عن مناطق مرور الأشخاص في المبنى ويكون العبور خلال أبواب مزدوجة.

2–العزل الطبيعي Physical لغرف الحيوان عن ممرات الدخول أو الأنشـطة الأخرى يمكن أن يتم من خلال أبواب مزدوجة Double doors لغرف تغيير الملابس (قد تشـملها الأدشـاش) وسـتائر الهواء، وغيرها من منشـأة الدخول التي تتطلب المرور خلال أبواب ثنائية الموضـع (Two sets of doors) قبل دخول غرف الحيوان.

3–تكون الأسطح الداخلية للجدران والأرضيات والأسقف مقاومة للماء وبالتالي يمكن بسهولة تنظيفها، وتغلق الفتحات في هذه الأسطح أو يمكن التحكم في غلقها لإمكانية عمل تبخير أو تعقيم للفراغات والمسافات البينية.

4–يجب توفير حوض غسيل لليدين بالقرب من أبواب الخروج من كل غرفة حيوان وهذه الأحواض يتم استعمالها بالقدم أو بالكوع أو بطريقة أتوماتيكية.

5– أبواب غرف الحيوان تكون من النوع الذي يغلق ذاتيا وتبقى مغلقة عندما يتواجد بها حيوانات معدية Infected animals.

6– يجب توفر أوتوكلاف لتعقيم المخلفات وهذه المواد التي تم تعقيمها بالأوتوكلاف خارج غرف الحيوان تنقل في حاويات محكمة الغلق وغير قابلة للتسريب.

7– يجب توفر نظام تهوية لاستنفاذ الهواء، وهذا النظام يولد هواء موجه للدخول إلى غرف الحيوان من خلال منطقة الدخول. ويجب أن يتحقق الأفراد العاملون في بيت الحيوان من أن اتجاه تيار الهواء (داخل غرفة الحيوان) مناسب.

8- الهواء المرشح بواسطة مرشحات ال HEBA من كبائن الأمان الحيوي Class I&C lass II أو من معدات الحماية الأخرى يتم طرده مباشرة للخارج أو من خلال نظام العادم الخاص بالمبنى الذي يمنع أي تداخل مع ميزان الهواء في الكبائن أو نظام العادم بالمبنى.

د-منشأة بيت الحيوان في حالة مستوى الأمان الحيوي الرابع

نظرا لخطورة العمل في التجارب المتصفة بالمستوى الرابع من الأمان الحيوي فإن منشأة بيت الحيوان يجب أن تتوافر فيها الاشتراطات التالية بالإضافة لما ذكر في مستوى الأمان الحيوي الثالث:

1- غرف الحيوان تكون موجودة في مبنى منفصل أو في منطقة معقمة تماما ومعزولة داخل المبنى. أما غرف تغيير الملابس سواء الغرف الداخلية أو الخارجية فيتم عزلها بواسطة حجرة دش للأفراد الداخلين والمغادرين للمنشأة. ويتم تجهيز المنشأة بمعقم بالبخار (أوتوكلاف) مزدوج الابواب وغرفة تبخير وستائر هوائية وذلك لغرض دخول الخامات والمستلزمات أو المعدات التي لم يتم إحضارها إلى داخل المنشأة من خلال غرف التغيير.

2- الجدران والأرضيات والأسطح في المنشأة يتم تشييدها بحيث تكون كغلاف داخلي يسهل عملية التبخير وتكون مقاومة للقوارض والحشرات. والأسطح الداخلية لهذا الغلاف الداخلي الذي يشبه الصدفة " Shell" يكون مقاوم للسوائل والكيماويات، ولذلك فإن عمليات التنظيف والتعقيم تكون سهلة وميسرة، ويتم إغلاق كل الفتحات والثقوب في كل هذه الأسطح والهياكل.

3- المرافق الداخلية مثل تجهيزات الإضاءة، وتصريف العادم، والتمديدات المستخدمة، كل هذا يجب ترتيبه بحيث يقلل بقدر تراكم الأتربة.

4- في حالة تواجد نظام تفريغ مركزي فيجب ألا يكون هذا النظام يخدم مناطق خارج المنشأة. وهذا النظام يكون مزود بداخله بمرشحات "HEBA" موضوعة بقدر الإمكان قرب كل نقطة استخدام أو صنابير الخدمة وما شابهها. وهذه المرشحات تكون مركبة بحيث تسمح بعمل إزالة التلوث ويسهل

إحلالها بغيرها. كذلك خدمات السوائل والغاز الأخرى يجب عمل الاحتياطات اللازمة لمنع حدوث تدفق عكسي"Back flow".

5- يجب توفر معقم بالبخار (أوتوكلاف) مزدوج الأبواب لتعقيم الخامات التي تغادر المنشأة. وباب الأوتوكلاف الذي يفتح في المنطقة الخارجية للمنشأة يكون متحكم فيه إلكترونيا بحيث يفتح إلكترونيا بعد اكتمال دورة التعقيم في الأوتوكلاف.

6- يجب توفر تانك غمر وغرفة تبخير أو ما يكافئ ذلك من طرق إزالة التلوث ولذلك فإن الخامات والمعدات التي لا يمكن تعقيمها بالأوتوكلاف يتم التخلص منها بسلام من خلال هذه البدائل.

7- التدفقات السائلة من أحواض المختبر أو من الكبائن أو من الأرضيات أو غرفة الأوتوكلاف يتم تعقيمها بالحرارة قبل التخلص منها "صرفها". أما المخلفات السائلة من غرف الدش والمراحيض فقد يتم تطهيرها باستخدام مطهرات مناسبة أو بالحرارة في نظام إزالة التلوث للمخلفات السائلة. والإجراء المستخدم للتعقيم بالحرارة للمخلفات السائلة يتم تقييمه ميكانيكيا وحيويا باستخدام ترمومتر أو بواسطة أدلة من كائنات حية. وإذا تم تعقيم المخلفات السائلة من الدش باستخدام مطهرات كيماوية، فهذه الكيماويات المستخدمة يجب توثيق فعاليتها ضد الأحياء الدقيقة المستهدفة أو الأحياء الدقيقة المستخدمة كأدلة.

8- يجب توفر نظام يحافظ على فارق الضغط وعلى اتجاه تدفق الهواء وذلك ضمانا للتدفق من المناطق خارج المنشأة في اتجاه المناطق الأعلى في الخطر المحتمل داخل المنشأة. ويجب توفر أجهزة قياس ضغط (مانومتر) للتحقق من الفارق في الضغط بين المناطق المتجاورة التي يجب المحافظة فيها على مستويات مختلفة من الضغط. وأجهزة قياس الضغط (المانومترات) هذه يجب أن تصمم بحيث تعطي أصوات إنذار عندما يحدث إخفاق في النظام.

9- الهواء المستنفذ من منشأة بيت الحيوان يتم ترشيحه بواسطة مرشحات ال "HEBA" ويتم صرفه للخارج لذلك فهو يتشتت بعيدا عن المباني المشغولة ومآخذ الهواء. وتوضع داخل المنشأة مرشحات قريبة من المختبرات (كلما أمكن ذلك عمليا) وذلك لتقليل مسار الهواء المحتمل تلوثه. ويجب وضع فلاتر خشنة "عادية "لمعاملة الهواء قبل دخول المنشأة لكي تزيد من عمر مرشحات ال . "HEBA"

10- حيث أن الهواء المستنفذ المعالج من كبائن الأمان الحيوي Class I &II يمكن صرفه داخل بيئة حجرة الحيوان أو للخارج من خلال صرف العادم من المنشأة ولذلك ففي حالة صرف الهواء المستنفذ المعالج من كبائن الأمان الحيوي I &II داخل غرفة الحيوان فيجب عمل اختبار كفاءة الكبائن دوريا كل "6 " شهور أما الهواء المستنفذ المعالج من كبائن الأمان الحيوي Class III فيصرف بدون إحداث إعادة دوران له.

11- يتم توفير منطقة مصممة تصميما خاصا بحيث أن الأفراد الذين يدخلون هذه المنطقة يلبسون بدلة من قطعة واحدة إيجابية الضغط (شكل 50) يتم تهويتها من خلال نظام دعم الحياة، وهذا النظام مزود بإنذار، واسطوانات هواء تنفس للطوارئ ودخول هذه المنطقة يكون من خلال غرفة معادلة الضغط المحكمة الاتصال بأبواب محكمة الإغلاق. ويتم توفير دش كيماوي لتطهير (إزالة تلوث) سطح البدلة قبل مغادرة العاملين لهذه المنطقة.



شكل (50) يوضح غرفة بدلة الضغط الإيجابي التي تستخدم عند التعامل مع مستوى الأمان الحيوي الرابع

الفصل الخامس

مخاطر الإشعاع في المختبرات

Radiation Hazards

الفصل الخامس

مخاطر الإشعاع

Radiation Hazards

مقدمة

توجد الإشـعاعات في كل جزء من حياتنا. والإشـعاعات قد تحدث بطريقة طبيعية في الأرض ويمكن أن تصل إلينا من الإشعاعات القادمة من الفضاء المحيط بنا. وكذلك يمكن أن تحدث الإشعاعات طبيعيا في الماء الذي نشربه أو في التربة وفي مواد البناء (عنصر الرادون من الأرض والعناصر المشعة الموجودة في الأرض). وقد تحدث الإشعاعات نتيجة صناعتها بواسطة الإنسان مثل الأشعة السينية X-Rays. وهناك محطات توليد الكهرباء بالطاقة الذرية، وأيضـا في كاشـفات الدخان Ionization Smoke Detector.

ويعرف الإشعاع بأنه العملية التي ينتج عنها انطلاق طاقة علي شكل جسيمات (Particles) أو موجات (Waves).

الإشعاع أيضا يمكن أن يعرف بأنه طاقة زائدة في النواة تنبعث في شكل موجات الكتر ومغناطيسية عالية الطاقة.

والمعروف أن ذرة العنصر تتكون من نواة مركزية (Nucleus) تحتوي على بروتونات موجبة الشحنة ونيوترونات متعادلة ويدور حول هذه النواة عدد من الإلكترونات سـالبة الشـحنة. ويطلق على عدد البروتونـات في النواة اسـم العـدد الـذري (Atomic Number) بينما يطلق على مجموع عـدد البروتونات + مجموع النيوترونات اسم الوزن الذري (Atomic Weight)

وفي معظم أنوية العناصر الكيميائية يكون عدد البروتونات داخل النواة مساويا لعدد النيوترونات وفي بعض أنوية بعض العناصر يكون عدد النيوترونات أكبر من عدد البروتونات وتسمي هذه العناصر بالنظائر(Isotope) وهذه النظائر بعضها ثابت لا يتغير تركيبها الذرى بمرور الزمن والعادة تكون لها عدد ذري منخفض. وبعض هذه النظائر غير مسـتقر وغالبا ما تكون أعدادها الذرية عالية وتسـمي بالنظائر المشعة وهذه النظائر سوف يصدر عنها إشعاعات نووية تسمي ألفا، وبيتا، وجاما، وبمرور

الوقت تتحول هذه العناصر إلى عناصر أخري أقل وزنا وتختلف في صفاتها الكيميائية والفيزيائية عن العنصر الأصلي.

لذلك فعلى الأرجح فإن الأفراد العاملين في المختبرات سوف يتداولون أو يتعاملون مع مصادر من الأشعة المؤينة، والتي تشمل جسيمات ألفا وجسيمات بيتا، وأشعة أكس، وهذه الأشعة المؤينة تضر بحياة الكائنات الحية عن طريق نقل طاقة كافيه لطرد (قذف) إلكترونات من الذرات والجزيئات في خلاياها وهذا التأثير يؤدي إلى اضطرابات في الوظائف الطبيعية للخلايا وقد يسبب تغيرات كيماوية خطيرة، واختلال وظيفي أو قد يسب موت هذه الخلايا.

ويمكن أن يؤدي الإشعاع المؤين (إدخال طاقة إلى خلايا الجسم) إلى إحداث تغييرات في التوازن الكيميائي لخلايا الجسم وبعض هذه التغيرات قد يؤدي إلى خلل في الحامض النووي للإنسان (DNA) وبالتالي يؤدي إلى تحولات جينية خطيرة قد تنتقل أيضا إلى الأطفال بعد ولادتهم. وأعراض الإصابة بالإشعاع المؤين قد تحدث بعد فترة طويلة، على سبيل المثال في سرطان الدم Leukemia خلال سنتان. نتيجة لتراكم المواد المشعة بالجسم. ومعظم المعلومات عن تأثير الإشعاع على الإنسان يتم الحصول عليها من الدراسات التي أجريت على الناجين من القنابل الذرية التي ألقيت على ناجازاكي وهيروشيما (أدت إلى وفاة حوالي 100.000 شخص).

وتقدر الجهات العلمية في الولايات المتحدة الأمريكية بأن الشخص العادي يتلقى جرعات من الإشعاع مقدارها 360 مللي ريم في السنة وتعتبر نسبة التعرض للإشعاعات الطبيعية 80% والإشعاعات الصناعية 20%.

وحدات قياس الإشعاع

- ☐ **الراد (Rad)** : وحدة قياس كمية الطاقة الإشعاعية الممتصة (جرعة الامتصاص).
- ☐ **الرونتجن (R) Roentgen**: وحدة قياس الأشعة الصادرة ويستخدم أساسا للأشعة السينية.
- ☐ **الكيوري (Ci) CURIE**: يعتبر قياس للأشعة الصادرة.
- ☐ **الريم (REM)** : وحدة قياس التأثير البيولوجي (الحيوي) للإشعاع الممتص.

☐ **السيفرت (.SIEVERT (Sv** : من أحدث وحدات قياس التأثير الناتج عن امتصاص الأشعة،

السيفرت = 100 ريم (One Sievert = 100 REM)

أهداف برامج السلامة من الإشعاع في المختبرات

وبسبب الطبيعة الخطيرة للإشعاع، فإن كل المختبرات العاملة مع المواد النشطة إشعاعياً يجب أن تطور برامج شاملة بخصوص السلامة من الإشعاع، في إطار الثلاثة أهداف التالية:

1- الحد من الخطر المحتمل للحوادث الناتجة عن الإشعاع عن طريق ضمان أن المواد النشطة إشعاعياً تستخدم بطريقة آمنة.

2- الحفاظ على الأفراد بتقليل تعرضهم للإشعاع لأقل قدر ممكن.

3- التشجيع وزيادة ثقة الموظفين والمجتمعات في عمليات التشغيل في المختبر.

وتجدر الملاحظة إلى أن الهيئات المهتمة بالسلامة المهنية والبيئية تعطي قدراً من الاهتمام وتقدم إرشادات بخصوص احتياطات السلامة التي يجب اتخاذها مع الأشعة الغير مؤينة التي تستخدم في المختبرات مثل تطبيقات الليزر والميكروويف وتقنيات الموجات فوق الصوتية.

يجب أن تتوافق المختبرات التي تتم فيها دراسات خاصة بالمجالات الإلكترو مغناطيسية مع الإرشادات التالية.

1 -يمنع التعرض المستمر للمجال المغناطيسي، فعلى سبيل المثال، يمنع وضع المكاتب أو أماكن العمل الأخرى في منطقة التجارب وتوضع العلامات والإشارات التي تحذر من ذلك (شكل 51) حيث يتوقع بقاء العاملين في هذه الأماكن فترات طويلة.



شكل (51) إشارة تحذير من وجود مجال إلكترو مغناطيسي

2 -أخذ الاحتياطات والوقاية ضد الصدمة الكهربية وذلك بمراعاة أساسيات السلامة من مخاطر الكهرباء.

3-كل أبواب الدخول لمناطق التجارب تكون معدة بحيث أنه عند دخول شخص هذه المنطقة فإن معدة توليد المجال تتوقف، وفي حالة استخدام هذا النوع من التحكم، يكون من الضروري الحرص عند تخطيط كل التجارب لمنع حدوث انقطاع غير متوقع.

وإذا كان هناك ما يعرف بالإشعاع المؤين (Ionizing Radiation) مثل أشعة إكس وأشعة جاما والأشعة الكونية وجسيمات بيتا وألفا. ففي المقابل يوجد إشعاع غير مؤين (Non-Ionizing Radiation) مثل الإشعاعات الكهرومغناطيسية ومنها موجات الراديو والتليفزيون وموجات الرادار والموجات الحرارية ذات الأطوال الموجية القصيرة (ميكروويف) والموجات دون الحمراء والأشعة فوق البنفسجية والضوء العادي.

دقائق ألفا Alpha Particles

يمكن إيقاف مسار أشعة ألفا بواسطة قطعة من الورق أو بواسطة جسم الإنسان ولكن لو تم استنشاق أبخرة المادة التي تشع منها دقائق ألفا أو بلعها ودخولها إلى الجسم نتيجة وجود جرح به فإنها تكون ضارة جدا. قوة الاختراق لجسيمات ألفا ضعيفة جدا حيث أنها تفقد طاقتها بمجرد خروجها من العنصر المشع. ومن الممكن أن تسبب أذى وضرر صحي في الأنسجة خلال المسار البسيط ويتم امتصاص هذه الأشعة بالجزء الخارجي من جلد الإنسان ولذلك لا تعتبر جسيمات ألفا ذات ضرر خارج الجسم ولكن من الممكن أن تسبب ضرر كبير إذا تم استنشاقها أو بلعها (ابتلاع المادة المشعة التي تخرج منها أشعة ألفا).

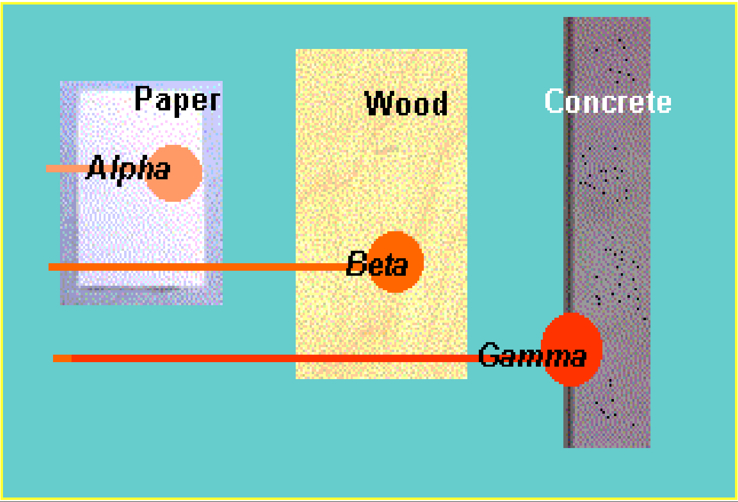
دقائق بيتا Beta Particles

لا يمكن إيقاف دقائق بيتا بواسطة قطعة الورق ويمكن إيقاف سريان هذه الأشعة بواسطة قطعة من الخشب، وقد تسبب أذى جسيم إذا اخترقت الجسم. قوة الاختراق والنفاذ لدقائق بيتا أكبر من قوة النفاذ لأشعة ألفا. وبعض دقائق بيتا يمكنها اختراق الجلد وإحداث تلف به وهي شديدة الخطورة إذا تم استنشاق أبخرة أو بلع المادة التي تنبعث منها أشعة بيتا. ويمكن إيقاف انبعاثها برقائق بسيطة من الألمنيوم أو الخشب.

أشعة جاما

من أخطر أنواع الإشعاعات ولها قوة اختراق عالية جدا، أكبر بكثير من أشعة ألفا وأشعة بيتا. ويمكن إيقاف سريانها بواسطة حاجز من الكونكريت (الخرسانة).

والأضرار الصحية للإشعاع تعتمد على مستوي الإشعاع الذي يتعرض له الإنسان، ويؤثر الإشعاع على خلايا الجسم ويزيد من احتمالات حدوث السرطان والتحولات الجينية الأخرى التي قد تنتقل إلى الأطفال، وفي حالة تعرض الإنسان إلى كمية كبيرة من الإشعاع قد تؤدي للوفاة. يمكن إيقاف انبعاثها بواسطة الكونكريت أو الرصاص (شكل 52).



شكل (52) يوضح قوة الاختراق لكل من جسيمات ألفا وبيتا وأشعة جاما

أشعة إكس X-ray

خواصها شبيهة بخواص أشعة جاما ولكن تختلف في المصدر حيث تنبعث أشعة إكس من عمليات خارج نواة الذرة بينما تنبعث أشعة جاما من داخل نواة الذرة. قوة الاختراق والنفاذية لأشعة إكس أقل من أشعة جاما وتعتبر أشعة إكس من أكثر مصادر تعرض الإنسان للإشعاع حيث يتم استخدامها في عديد من العمليات الصناعية – الطبية. يمكن إيقاف قدرتها على الاختراق بواسطة شريحة من الرصاص سمكها مليمترات قليلة.

الإشعاعات غير المؤينة Non-ionizing Radiation

ليست الإشعاعات الغير مؤينة مثل المؤينة فالإشعاعات الغير مؤينة فهي ليس لديها طاقة كافية لطرد الكترونات مرتبطة بالذرة، وفي المقابل فإن الإشعاعات غير المؤينة يمكن أن تتلف damage الذرات. وفي المختبرات فإن الشكل الأكثر شيوعاً من الإشعاعات غير المؤينة يشمل الأشعة الضوئية تحت الحمراء والضوء العادي والضوء الفوق بنفسجي، والليزر والميكروويف والموجات الفوق صوتية، كل هذه الأشكال من الأشعة غير المؤينة باستثناء الموجات فوق الصوتية، تعتبر جزء من الطيف الإلكترو مغناطيسي Electromagnetic spectrum.

ويجب على كل المختبرات أن تطور قائمة من مصـــادر الأشــعة غير المؤينة كجزء من تحليل المخاطر hazard analysis، ويجب أن توثق هذه القائمة، مثلها مثل قائمة مخزونات المواد الخطرة. وفيما يلي نقدم الأسـاسـيات العامة للتحكم في اسـتخدام الأشـعة غير المؤينة التي يجب أن تكون متضـمنة في أي برنامج سلامة إشعاعية فعال:

أولاً: الليزر Lasers

المختصر Laser يعنى

"Light Amplification by the Stimulated Emission of Radiation"

والليزر هو الأداة التي تنتج ضـــوء له تردد خاص جداً من الطيف الإلكترو مغناطيســـي، وتردد لليزر يعتمد على نوع المادة التي تم تحفيزها لإنتاجه.



شكل (53) إشارة توضح وجود خطر من التعرض المباشر لأشعة ليزر

ولأن الليزر يمكن أن ينجز طاقة عالية الكثافة وتعمل على طول موجي فردي Single wavelength، ولذلك فإنه لا بديل عنه ولا غنى عنه في تطبيقات عالم التسوق والتجارة. **منظمة الأغذية والأدوية (FDA)** نشرت قواعد تشترط على منتجي الليزر أن يتوافقوا معهـا، وهـذه القواعـد تتوافق مع مواصفات تقسم منتجات الليزر إلى خمس أقسام منفصلة، وذلك اعتماداً على التأثير البيولوجي الناتج عن الليزر وكذلك اعتماداً على كثافة الإشـــعاع في طيف الليزر (شـــكل 53)، ويمكن باختصــــار شـــرح هذه الأقسام فيما يلي:

Class I (1)

وهذا القسم يشمل الليزر الذي ليس له ضرر بيولوجي يذكر، ويحتفظ بالطيف الناتج الذي لا يزيد عن 0.39 uw (0.39 ميكرو وات).

Class II (2)

هذا القســم يمكن أن يســبب ضــرر للعين عند التعرض له مباشــرة ولفترة طويلة ولا يزيد الطيف الناتج منه عن 1mW(واحد ميللي وات).

Class III (3)

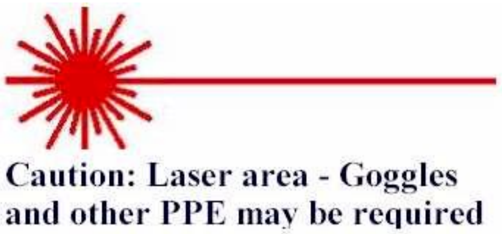
يشــمل الليزر الذي يصــدر إشــعاع به طاقة كافية لأحداث ضــرر بأنســجة الجلد من التعرض المباشـر أو من التعرض الغير مباشـر الخارج من أسـطح لامعة لفترة قصـيرة. والطيف الناتج لا يزيد عن 500mw (500 ميللي وات).

Class IV (4)

الليزر الذي يصدر شعاع به طاقة شديدة يمكنها أن تسبب ضرر للأنسجة عندما يكون التعرض لفترة قصـــيرة ويكون الطيف مباشـــر أو منعكس أو مشـــتت، والطيف الناتج يكون أكثر من mW500 (500 ميللي وات)

Class V (5)

يشمل كل من IV، III، Class II التي تم احتوائها في مكان (سياج) محمي A protective housing ، ويتم تشغيلها بطريقة لا تسمح بإصدار إشعاعات خطيرة من هذا السياج Enclosure.



شكل (45) إشارة تحذير من منطقة بها أشعة ليزر وضرورة لبس النظارات والأدوات الواقية الأخرى

ولتقييم ما سبق: عموماً الليزر يتطلب رصد أو مراقبة قليلة جداً، والمصنع يصمم كل من مستوى الطاقة والطول الموجي. ومن هذه المعلومات، فإن المختبر يمكن أن يصنف الليزر من 1–5 من المستويات المذكورة سابقاً، وبالتالي يمكن مناقشة وتطبيق التحكم والمراقبة المناسبة على أساس هذه التطبيقات، وهناك جهات مختصة بهذا الشأن تصدر قوائم عن التعرض البصري لليزر اعتماداً على فترة التعرض (شكل 54)، الإشعاعية (irradiance) والطول الموجي، ومن الطبيعي أنه في حالة شراء ليزر فإن الجهة المختصة بالسلامة والصحة المهنية/ البيئية يتم إبلاغها بالمعلومات الكافية والتنسيق معها بخصوص إجراءات السلامة والصحة.

التحكم :Control

1– بخصوص الليزر الـ Class I لا يلزم عمل إجراءات تحكم حيث أن هذا النوع لا يسب أي ضرر.

2- بخصـوص class II فإن معدة طاقة الليزر التي لها طاقة منخفضـة يمكن ملاحظاتها مباشـرة، في حين أنه يجب وضع بطاقة تحذر من المشاهدة أو الرؤية (أو النظر) المستمر للطيف الصادر منها.

3- بخصـــوص Class III نظراً لوجود معدة ليزر لها طاقة متوســطة فهذا يتطلب معايير تحكم تمنع النظر المباشر للطيف.

4- عند العمل مع Class IV حيث وجود معدة ليزر عالية الطاقة فإن هذا يتطلب معايير تحكم تمنع تعرض العين والجلد للطيف المباشر والمنعكس والمشتت.



شكل (55) إشارة تدل على استخدام أشعة ليزر في المنطقة

5- عند العمل مع Class V فإن المرفق (المنشأة) يجب أن تنشئ وتحافظ على نظام تحكم صــارم يمنع خروج (صــدور) أشـعة خطرة من السياج (Enclosure).

6- يتم وضــع إعلان(لوحة) على المناطق المحتمل خطورتها طبقاً للإجراءات القياســية المتبعة في الموقع (شكل 55).

ثانياً: معدات الميكروويف Microwave Equipment

بما أن المختبرات تســتخدم معدات الميكروويف في اختبارات مختلفة وإجراءات متعددة. لذلك، يجب ملاحظة أن أشــعة الميكروويف تؤثر على دوران الجزيئات وزيادة الطاقة الحركية للجزيئات في المادة وهذه الزيادة لها تأثير حراري على المادة مما قد يتسـبب في ضـرر لنظم الأنسـجة والأعضـاء في الجسم، على سـبيل المثال، فإن التسـخين المتوسـط لأنسـجة الجسـم قد يسـبب عيوب خلقية، وضـمور الخصـــية، وعقم جزئي أو كلي، وإعتام عدســة العين، وتغيرات في وظائف الغدد الصـــماء والوظائف المناعية وكذلك الانحرافات السلوكية (سلوكيات أو تصرفات غير طبيعية). وبسبب هذه التأثيرات الصحية غير المرغوبة فإن التعرض لإشــعاعات الميكروويف يجب أن يكون في الحد الأدنى. وهناك توصــيات وضعت بواسطة الجهات المختصة تمثل الظروف التي بالعمل تحتها فإن كل العاملين تقريباً لا يتعرضون لحدوث التأثيرات الصحية المعاكسة، من هذه التوصيات ما يلي:

1- يمكن للعاملين التعرض لطاقة الميكروويف التي لها كثافة طاقة تبلغ 10 mW/cm^2 (10 مللي وات لكل سم2)، لفترة تعرض لا تزيد عن 8 ساعات في اليوم الواحد.

2- لا يجب أن يتعرض العاملون لطاقة الميكروويف التي لها كثافة طاقة بين 10، 25 مللي وات/ سم2 لأكثر من عشرة دقائق في اليوم.

3- لا يجب أن يتعرض العاملون لطاقة الميكروويف التي لها كثافة طاقة (Power density) أكثر من 25 مللي وات/ سم2.

وهناك أدوات لقياس إشعاع الميكروويف وهذه المعدات أو الأدوات يجب العناية بها وعمل صيانة دورية ومعايرة لها تتكرر حسب حجم الاستخدام وتوصيات المصنع.

ثالثاً: الموجات فوق الصوتية Ultrasound

مصطلح الـ Ultrasound يستخدم لشرح التذبذب الميكانيكي لترددات فوق حد مسموعية الإنسان Audibility (تقريباً 16 كيلو هرتز). وتختلف عن الأشكال الأخرى من الأشعة الغير مؤينة، حيث أن ذبذبات الموجات فوق الصوتية تكون موجات ضغط وليس لها علاقة بالأشعة الإلكترو مغناطيسية. وحالياً الموجات فوق الصوتية لها استعمالات صناعية، وذلك حسب الترددات المستخدمة فيها على سبيل المثال: فإن مختبرات عديدة ومنشآت طبية تستخدم موجات فوق صوتية عالية التردد (100-10.000 كيلو هرتز) لأغراض التشخيص أو تقنيات التصوير.

التعرض لموجات فوق صوتية منخفضة التردد قد يسبب صداع، دوار، ألم في الأذن، حساسية مفرطة (Hypersensitivities)، أيضاً الاحتكاك المباشر بين مولد الموجات فوق الصوتية العالية التردد والعاملين قد يؤدي إلى تأثيرات صحية مشابهة للتي تحدث عند التعرض للذبذبات العالية في بعض الحالات مثل انخفاض حساسية استقبال الذبذبات في أصابع المعالجين بالموجات فوق الصوتية.

وهناك جداول تحدد المستويات المسموح التعرض لها من الموجات فوق الصوتية، وللوقاية من المخاطر الممكنة للموجات فوق الصوتية فيجب استخدام هذه الموجات فوق الصوتية من خلال وسائل التحكم المناسبة. لذا فإن كل العاملين الذين يعملون مع معدات الموجات فوق الصوتية يجب أن يخضعوا سنوياً لفحوص فيما يتعلق بالصوتيات (بقياس السمع) Audiometric وفحوص للجهاز العصبي Neurological

إجراءات السلامة من الإشعاع بشكل عام

توجد ثلاثة طرق للوقاية من الإشعاع تشمل:

1- **الزمن:** ففي حالة تقليل زمن التعرض (الزمن الذي يقضيه الشخص بجوار مصدر الإشعاع) بالتالي سوف تقل كميات الإشعاع التي يتعرض لها الشخص.

2- **المسافة:** كلما زادت المسافة بين الشخص وبين المصدر المشع قلت نسبة التعرض (حسب قانون التربيع العكسي).

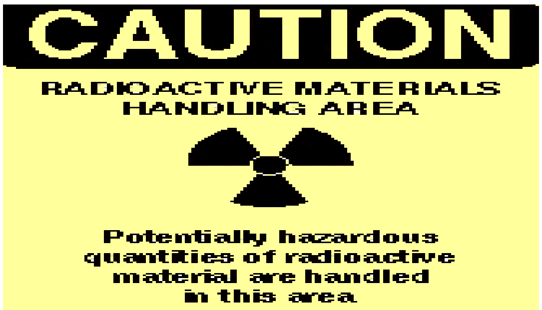
3- **الحواجز:** بزيادة الحواجز حول المصـــدر المشـــع ســـوف تقلل التعرض. وكل نوع من أنواع الإشعاعات يتم وضع الحواجز المناسبة لعزله حسب قدرته على الاختراق.

وللوقاية من مخاطر الإشـــعاع بداية يجب أن يكون جميع العاملين في المختبر علي علم ودراية بمخاطر المواد المشـعة التي يتم التعامل معها وإشـارات التحذير المختلفة (شــــكل58 و 57 و 56) ومن المعلوم بداهة أن يمنع الأكل والشـرب والتدخين وكذلك اسـتعمال أدوات التجميل في المختبر ويمنع منعا باتا اســـتخدام الماصـــة بالفم في حالة التعامل مع السوائل المحتوية على مواد مشعة.



شكل (56) إشارة تحذر من منطقة إشعاع وأن الدخول للمصرح لهم فقط

ومن الإجراءات الروتينية فإن المناطق التي يبلغ فيها مستوى الإشعاع الذي يتعرض له الشخص 5 مللي ريم في السـاعة، يجب أن يتم وضـع اللوحات التحذيرية المناسـبة عليها مثل (Radiation Area) وبالإضـافة للاحتياطات العامة الســـابق ذكرها في المختبرات فإنه من الضروري استخدام وسائل الكشف عن الإشعاع من قبل العاملين بالمختبر مثل ال Films Badges وعدم الســـماح بتواجد أي شـــخص بالمختبر داخل منطقة الإشـعاع في حالة وجود أية جروح في جسـمه كما يلزم نقل المواد المشـعة بين المعامل المختلفة داخل الحاويات المخصـــصـــة لها. ووجوب ارتداء النظارة (نظارة الأمان الواقية) خلال العمل بالمختبر كما يتم غلق الأزرار لبالطو المختبر أو لملابس الوقاية الشـخصـية التي تلبس في كل مكان في المختبر مخصـــص لاســـتخدام المواد النشـطة إشـعاعياً ويراعى اسـتخدام القفازات التي تعطي



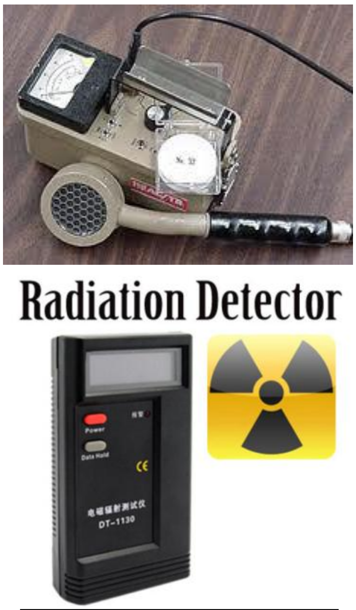
شكل (57) إشارة تحذير: منطقة يتم فيها تداول مواد مشعة ا



شكل (58) إشارة تحذر من وجود منطقة عالية الإشعاع

حاجز حماية عند تداول أو حقن مواد نشـــطة إشـــعاعياً، أو خلال التعامل مع حيوانات معاملة أو عند تنظيف المعدات الملوثة، وكذلك فإن القفازات يجب تغييرها كل 2 ســـاعة أو فورا بعد التلوث والتخلص منها في العلبة المخصصة للمخلفات الخاصة بالمواد النشطة إشعاعياً. وقبل التعامل مع النظائر المشعة، فإن أفراد المختبر يجب أن يراجعوا أو يســـتعرضـــوا كل المعلومات المتعلقة بالإجراءات الوقائية المتخصصة، وكذلك مقاييس الحماية (معايير الحماية) للمواد النشطة حيوياً التي سوف يستخدمونها.

معايرة أجهزة المراقبة (المسح) Calibration of survey equipment



شكل (59) يوضح نماذج لأجهزة كشف عن الإشعاع

الأجهزة المخصـصـة لمراقبة النشـاط الإشـعاعي (شـكل 59) تعتبر خط الدفاع الأول من مخاطر الإشعاع ولذلك فإن ضمان حساسيتها ودقتها في مراقبة النشـاط الإشـعاعي غاية في الأهمية ويتم ذلك من خلال صـيانتها ومعايرتها وبالتالي فإن الجهاز الموجود عليه بطاقة معايرة ســارية المفعول هو الذي يمكن استخدامه في عمليات رصد التلوث الإشعاعي، وأي أجهزة يشك في نتائجها وقياساتها يتم استبعادها من الخدمة حتى يتم الرضا عن استجابتها.

حوادث التسرب الإشعاعي وإجراءات الطوارئ

حوادث التسرب الإشعاعي قد تحدث حتى مع الحرص الشديد من العاملين، ومن الممكن أن يتم استدعاء أي عامل للمساعدة والقيام بدور في حالة حدوث تسرب أو حادثة تلوث أو حالة طوارئ. ولذلك يجب أن يكون هناك جاهزية واستعداد ومعرفة بكيفية رد الفعل المطلوب قبل وقوع الحوادث.

الحادثة: أي حادث يمكن أن يتم بسـرعة في المختبر أو المنشـآت الأخرى بالمؤسـسـة، وقد يشـمل ذلك حادث تسرب لمادة نشطة إشعاعياً، وقد يشمل أيضاً تلوث الأفراد أو إمكانية التعرض لمصدر أشعة X.

- إذا حدث ذلك أثناء ساعات العمل الرسمية فيتم استدعاء الجهات المسئولة فوراً.
- إذا حدث ذلك خارج أوقات العمل الرسمية فيكون مسئولية جهة السلامة العامة.

وفي كلتا الحالتين يجب أن يكون متوفرا لدى الجهة أرقام تليفونات ووسائل الاتصال المناسبة بالجهات المسئولة داخل المؤسسة أو خارجها، ومن ذلك تواجد قائمة باللون الأصفر "الساطع" والخاص بمعلومات الطوارئ والتي يجب تواجدها قرب مدخل المختبر. فماذا أنت فاعل؟ عندما يحدث تسرب أو تلوث من الضروري توفر خريطة أو رسم تخطيطي يبين تسلسل الخطوات اللازمة للتعامل مع هذا التسرب في المختبر، وكذلك عند حدوث انتشار للتلوث وكيفية عمل إزالة لهذا التلوث.

ففي حالة تلوث للجلد أو الجسم يتم إبلاغ الجهة المسئولة عن السلامة والصحة البيئية والنظر في قارئ المسح الأساسي لتتعرف على كل من موقع منطقة التلوث والزمن الذي تم اكتشاف حدوث التلوث فيه حيث أن لجنة السلامة والصحة الحدوث البيئية (EHS) سوف تستخدم هذه المعلومات في حساب الجرعة، ولعل غسل الجلد باستخدام ماء دافئ وصابون خفيف لمدة 2–3 دقيقة من الأمور المفيدة في البداية. أما في حالة الإصابة الشديدة بالتلوث بالمواد النشطة إشعاعيا والتي قد تصل إلى مواقف حياة أو موت، فعلى وجه العموم في كل الحالات من الإصابات البدنية، حتى الإصابات الخفيفة، فإن الرعاية الطبية والإدخال للعلاج بالمستشفى يأخذ الأسبقية على اعتبارات التلوث.

التعامل مع تسرب مواد نشطة إشعاعياً. Radioactive material spill response

أولاً: إذا كان تسرب إشعاعي قليل محدود جداً. فيمكن التعامل معه بسهولة دون مساعدة وبدون خطر على القائم به، ولابد من توفر المستلزمات والتي هي في هذه الحالة تشمل بالطو مختبر–قفازات قوية (متينة) للاستخدام مرة واحدة – أحذية مغطاة (إذا أمكن) – ورقة تواليت–محاليل decon – حاوية للنفايات المشعة –ماسح متري (شكل 60) . وفي حالة معظم النظائر المشعة (H-3, C-14, P-32, P-33, S-35) يمكن استخدام منتجات تجارية أو أحماض غير قوية مثل حمض الخليك كمحاليل decon أما في حالة التلوث بـ I-125، هنا لا تستخدم ماء ساخن ولا أحماض ولا منظفات حامضية حيث أن ذلك بسبب تكون أيودين متطاير. ولكن هنا يمكن استخدام محاليل decon قاعدية مثل Count –off or Dekasol


شكل (60) يوضح عداد جيجر كجهاز للكشف عن الإشعاع

ثانياً: في حالة حدوث تسرب اشعاعي وانتشاره.

في هذه الحالة نحتاج للمســـاعدة للتحديد الســـريع للتلوث وكذلك للتخلص من هذا التلوث وهنا يكون الإجراء الرئيسي هو إبلاغ جميع الأفراد بالمختبر وفي محيط المختبر وإبلاغ لجنة السلامة والصحة البيئية وأقســـام الطوارئ، وإغلاق المنطقة، وإبعاد أي فرد خارج المنطقة، وجمع الأفراد في منطقة التجمع المحددة في وقت الحوادث في وضـــع قريب بدرجة كافية من المنطقة الملوثة للحد من انتشـــار التلوث، ولكن في نفس الوقت يكونون بعيدين بدرجة كافية لمنع الاستمرار في المشاركة ، كما أن عملية التنظيف يجب إتمامها تحت إشراف أفراد مدربون ومتخصصون في هذا العمل في المؤسسة التابع لها المختبر.

الاستخدام الآمن للنظائر المشعة Using Radioisotopes Safety

بشكل عام يجب مراعاة الآتي:

أولا: ملابس الحماية

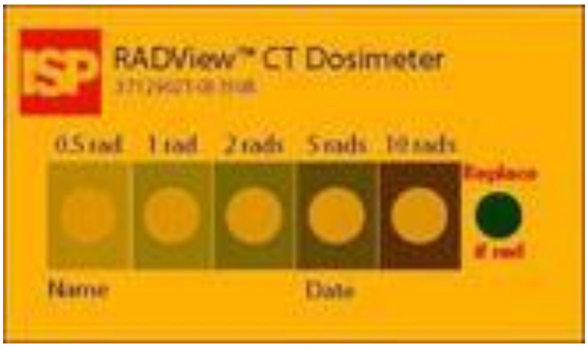
الحوادث التي تقع بالمختبر غالباً ينتج عنها تســـرب أو رشـــاش والتي يمكن بســـهولة أن تلوث المعصـــم والأرجل والأقدام عند التعامل مع مصـــدر مفتوح للنظائر المشـــعة، ولذا يلزم أن يلبس المتعامل قفازات (أطول مقاس ممكن)، وبالطو مختبر طويل الكم (تلبس مغلقة والأكمام كاملة)، وأحذية مغلقة– لا تلبس صـــندل أو أي أحذية مفتوحة حال العمل مع المواد النشـــطة إشـــعاعياً، ولا نغفل التوصـــية بلبس نظارات الأمان في أي إجراء. هذا بالإضـافة إلى الاعتبارات الخاصـة بالإجراءات الأمنية الخاصـة بتأمين المواد النشطة إشعاعيا ومتابعة المخزون منها والمتداولين لها.

ثانيا: بطاقات ولوحات التعريف

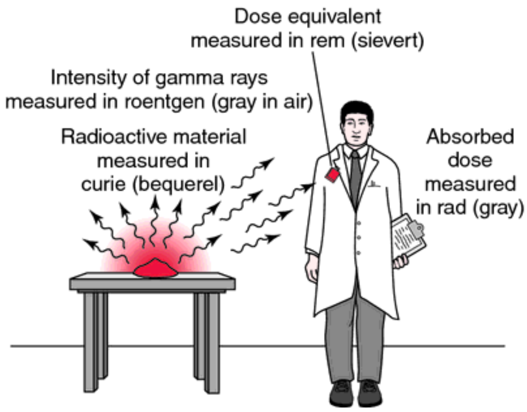
من لوازم التحكم في التلوث بالمواد النشـطة إشـعاعيا مثل (النظائر المشـعة) يجب إجباريا وضـع بطاقات أو لوحات تعريف على الغرف والحاويات أو المعدات التي تخزن فيها أو يتم اســـتخدامها في تداول أي مواد نشـطة إشـعاعيا. وكما أشـرنا في موضـع سـابق فإن هناك دواليب غازات وكبائن أمان حيوي ذات تصميم خاص وتخضع للمراجعة وتكون معتمدة وكفاءتها مؤكدة هي فقط التي يمكن استخدامها مع المواد النشطة إشعاعيا.

ثالثا: شارة الرصد الإشعاعي

ومن وسائل التحكم في التلوث الإشعاعي وحماية الأفراد المتعاملين مع المواد النشطة إشعاعيا، ما يعرف بشارة الرصد الإشعاعي وهذه تعلق على ملابس المتعاملين مع هذه المواد أو مع الأجهزة التي يمكن أن يصدر منها إشعاعات مثل ماكينات أشعة X حيث يتم ارتداء الشارة (شكل 61) بحيث يوجه اسم العلامة المميزة نحو مصدر الإشعاع وقد تلبس الشارة الدائرية تحت القفازات لمنع تلويث الشارة (مع مراعاة عدم رمي الشارة عند التخلص من القفاز كمخلف نشط إشعاعياً). وهذه الشارات عموماً تبدل مرة كل ربع سنة، في حين أن الشارات يتم تبديلها (تغييرها) مرة كل شهر في حالة العاملات الحوامل اللاتي تم إعلانهن.



شكل (61) يوضح نماذج لشارات رصد إشعاعي



التخلص من النفايات النشطة إشعاعيا Radioactive waste disposal

عملية التخلص من النفايات النشطة إشعاعياً مكلفة جداً، لذلك فإن المختبر يجب أن يضمن أن النفايات النشطة إشعاعياً تم عزلها والكميات المسجلة بدقة عنها محتفظ بها، وإدارة هذه المخلفات (النفايات) يجب أن تتضمن جهوداً لتقليلها أو تقليل كمياتها إلى أدني حد بدون التساهل أو المساومة في معايير السلامة (راجع التخلص من المخلفات النشطة اشعاعيا في فصل إدارة مخلفات المختبرات).

الفصل السادس

مخاطر الحرائق والكهرباء في المختبرات

الفصل السادس
مخاطر الحرائق والكهرباء في المختبرات

مقدمة:

تمثل مخاطر الحرائق والكهرباء مصدرا من مصادر الإزعاج والقلق في المختبرات نظرا لما تحتويه المختبرات من مصادر متعددة يمكن أن تتسبب في هذين النوعين من المخاطر، فضلا عن احتواء هذه المختبرات على تجهيزات ومعدات عالية السعر. ولذلك سوف نستعرض في هذا الفصل هذه المخاطر ومسبباتها وطرق التحكم والسيطرة عليها.

أولا: مخاطر الحرائق في المختبرات

- يمكن تعريف الحريق بأنه عبارة عن **"تفاعل كيميائي يشمل الأكسدة السريعة للمواد القابلة للاشتعال"**. وفي الماضي كنا نعرف ما يسمى بمثلث الاشتعال الذي يتكون من: المادة، الأوكسيجين، مصدر الاشتعال، ولكن حديثا تغير هذا المفهوم لتصبح عناصر الاشتعال أربعة عناصر بدلا من ثلاثة، وتم إضافة العنصر الرابع وهو التفاعل الكيميائي المتسلسل للحريق (Chemical Chain Reaction) الأمر الذي أدى لتكوين هرم الاشتعال (Fire Tetrahedron) بدلا من مثلث الاشتعال.

اهم أسباب الحرائق

1. الاهمال وسوء التخزين.
2. ارتفاع درجات الحرارة الناشئة عن المعدات والأجهزة المختلفة.
3. التخزين الغير ملائم للمواد القابلة للاشتعال.
4. انتشار غازات وغبار قابل للاشتعال.
5. تواجد مواد قابلة للاشتعال بجوار الاجهزة الكهربائية.
6. غياب تنفيذ تعليمات السلامة والصحة المهنية.

تقسيم الحرائق طبقا للنظام الاوروبي:

1. مجموعة أولى: وهي حرائق المواد الصلبة من أصل كربوني.
2. مجموعة ثانية: حرائق السوائل القابلة للاشتعال.
3. مجوعة ثالثة: حرائق الغازات القابلة للاشتعال والغازات البترولية المسالة.
4. مجموعة رابعة: حرائق المعادن أو غبارها القابل للاشتعال.

المواد المستخدمة في اطفاء الحرائق

1-**الماء:** متوفر ورخيص وفعال وله خاصية التبريد وله خاصية الاخماد (بخار الماء فوق الحريق يقلل الاكسجين) كما أن الماء له خاصية التخفيف حيث يخفف تركيز المواد ويسهل اطفائها.

2-**الرغاوى:** وهي عبارة عن ماء + مواد بروتينية (رغوية) حيث تعزل طفاية الرغاوى المادة المشتعلة عن الحرارة وتمنع تبخر السائل المشتعل وتمنع وصول الاكسجين وتخفض درجة حرارة منطقة الاشتعال.

3. المسحوق الجاف (البودر).

4. بيكربونات البوتاسيوم

5. بيكربونات الصوديوم

6. **المونيكس** (بيكربونات بوتاسيوم + يوريا) حيث تضخ هذه المواد مع غازات.

7. الغازات الخاملة: لا تشتعل , لا تساعد على الاشتعال , كثافة أعلى من الهواء فتحل محل الهواء فتحجب الاكسجين (مثل : ك أ 2)

8. الهالوجينات: هيدروكربونات يتم فيها استبدال الهيدروجين بهالوجين مثل: الكلور أو الفلور أو البروم أو اليود. (يلاحظ أنها سامة فتستخدم في الاماكن المفتوحة).

هرم الحريق

Fire Tetrahedron

ويتكون من المادة المشتعلة والهواء (الاوكسجين) ومصدر الاشتعال (الحرارة) والتفاعل الكيميائي المتسلسل (شكل62).



شكل (62) يوضح هرم الاشتعال ومكوناته الأربعة

فالمادة المشتعلة قد توجد على شكل مواد صلبة مثل الخشب، الكرتون، الأوراق، الملابس أو مواد سائلة مثل بنزين السيارات، الأسيتون، أو مواد غازية مثل غاز البوتاجاز، الأسيتيلين.

أما بخصوص الهواء (الأكسيجين) فإن جميع المواد القابلة للاشتعال تحتاج للأكسيجين حتى تشتعل وتستمر في الاشتعال، ويشكل الأكسيجين ما نسبته 21% من الهواء الجوي ولكل مادة أدنى مدى للاشتعال وأعلى مدى للاشتعال، وهما نسبة خلط أبخرة المادة مع الهواء ولن تشتعل أية مادة ما لم تكن نسبة خلط ابخرتها مع الهواء بين أدنى مدى وأعلى مدى حيث أنه كلما زاد الفرق بين أدنى مدى للاشتعال وأعلى مدى للاشتعال زادت خطورة المادة، وهذا الفرق مثلا في بنزين السيارات 1.6 % -7%، وفي الأسيتيلين 1.5 % -82 %.

مصادر الاشتعال تشمل الكهرباء: كالتحميل الزائد وتلف الاسلاك الكهربية وعدم توصيلها بطريقة سليمة وتلف المعدات والأجهزة الكهربية وكذلك التدخين وأعمال اللحام والقطع واللهب المباشر والسخانات والدفايات وكذلك الأسطح الساخنة كالأفران والغلايات، والاشتعال الذاتي كما في الزيوت النباتية والحيوانية وبقايا الدهان وأيضا الكهرباء الاستاتيكية: فمثلا سريان المواد البترولية في انابيب البترول يولد شحنات تتراكم فتحدث شرز وأخيرا الاحتكاك مثل احتكاك اجزاء الماكينة ببعضها كالتروس وغيرها.

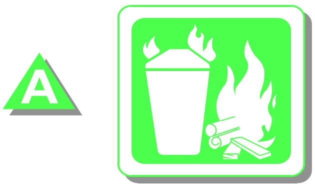
التفاعل الكيميائي المتسلسل

1- يحدث الحريق عندما تتواجد المادة والأكسيجين والحرارة بالنسب الصحيحة.

2- نتيجة لاتحاد هذه العناصر مع بعضها يحدث الحريق ويكون على شكل تفاعل كيميائي متشعب ومتسلسل (تتكون ما يعرف بالشقوق الطليقة والتي تساهم في انتشار الحريق).

أنواع الحرائق

حرائق النوع (A) شكل (63) وتشمل:



شكل (63) يوضح حرائق النوع A

- الخشب
- الأوراق
- المطاط
- البلاستيك

وأفضل نوع لإطفاء هذا النوع من الحرائق طفايات الماء المضغوط، البودرة، الهالون، الكيماويات السائلة.

حرائق النوع (B) شكل (64) وتشمل:



شكل (64) يوضح حرائق النوع B

- المواد الملتهبة
- الغازات
- المذيبات
- الشحوم
- الكحول
- الأسيتون

وأفضل نوع لإطفاء هذا النوع من الحرائق طفايات البودرة، الهالون، ثاني أكسيد الكربون

حرائق النوع (C) شكل (65) وتشمل:



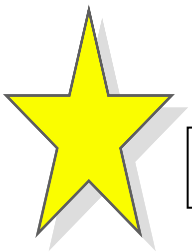
شكل (65) يوضح حرائق النوع C

- التوصيلات والمعدات الكهربائية

وأفضل نوع لإطفاء هذا النوع من الحرائق طفايات البودرة، الهالون، ثاني أكسيد الكربون.

حرائق النوع (D) شكل (66) وتشمل:

- الماغنيسيوم
- الصوديوم
- البوتاسيوم
- التيتانيوم
- المعادن القابلة للاشتعال



شكل (66) يوضح حرائق النوع D للمعادن

وأفضل نوع لإطفاء هذا النوع من الحرائق طفايات البودرة الخاصة بالمعادن.

حرائق النوع (K) شكل (67)

- وهذه تم إضافتها حديثا لأنواع الحرائق وهي الحرائق التي تحدث بسبب الزيوت والدهون النباتية التي تستخدم في عمليات الطبخ بالمطابخ **CLASS K FIRES.**

K Cooking Media



شكل (67) يوضح حرائق النوع K الخاصة بالزيوت والدهون

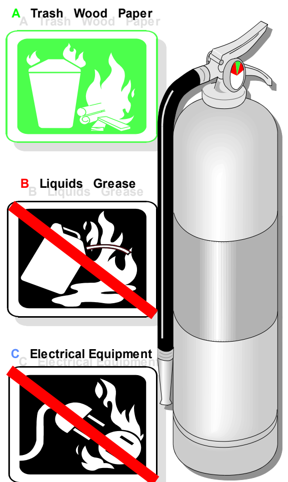
وأفضل نوع لإطفاء هذا النوع من الحرائق هي طفايات البودرة السائلة.

معدات إطفاء الحريق اليدوية المتنقلة



شكل (68) يوضح مكونات طفايات الحريق اليدوية

هي المعدات اليدوية المتنقلة " المكافحة الأولية " والتي تستعمل لمكافحة الحريق في أول مراحله من قبل الأشخاص العاديين المتواجدين في المبنى أو المختبر شكل (68) . ويجب أن تكون المطفأة اليدوية مطابقة للمواصفات القياسية والمعتمدة من الجهات المختصة. وتعد مطفأة البودرة الجافة أفضل المطفآت المستخدمة لإطفاء حرائق المركبات على الإطلاق لكونها لا تسبب أضرارا مادية ومعنوية من جراء استخدامها.

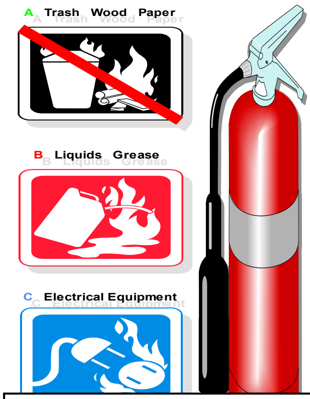


شكل (69) يوضح طفاية الماء المضغوط

أنواع الطفايات

1- طفايات الماء المضغوط شكل (69) وهي تستعمل لإطفاء حرائق النوع A وسعتها 2.5 جالون ومضغوطة حتى 150-175 رطل على البوصة المربعة وبها ساعة ضغط تبين حالة الطفاية أثناء الفحص ويمكنها قذف الماء المضغوط داخلها حتى مسافة 9 – 12

مترا وتعمل على إطفاء الحريق بالتبريد ويجب التأكيد عل أن هذ النوع من الطفايات لا تستعمل على الإطلاق في إطفاء حرائق الكهرباء.



شكل (70) يوضح طفاية ثاني أكسيد الكربون

2- طفاية ثاني أكسيد الكربون (شكل 70) وهي تستعمل لإطفاء حرائق النوع B and C وسعتها من 2 كيلوجرام حتى 40 كيلوجرام ولا توجد بها ساعة ضغط وتقذف مادة ثاني أكسيد الكربون لمسافة 1 – 2.5 مترا وتطفئ الحريق بواسطة خنقه ومنع الأكسيجين عنه.

3- طفايات البودرة متعددة الأغراض (شكل 71) وهذه يمكنها إطفاء الحرائق نوع A،B، C و بها ساعة ضغط تبين حالة الطفاية عند الفحص، ومدى قذف البودرة داخلها يصل إلى 2 – 6 متر، وتطفئ الحريق بواسطة إيقاف التفاعل الكيميائي المتسلسل.

4- طفاية البودرة الكيماوية السائلة (شكل 72) وهذا النوع يصلح لإطفاء حرائق النوع، A,C and K ومدى قذف المادة داخلها يصل إلى 3 – 4 مترا. وهي تطفئ الحريق بواسطة التبريد وتكوين طبقة عازلة على الحريق.

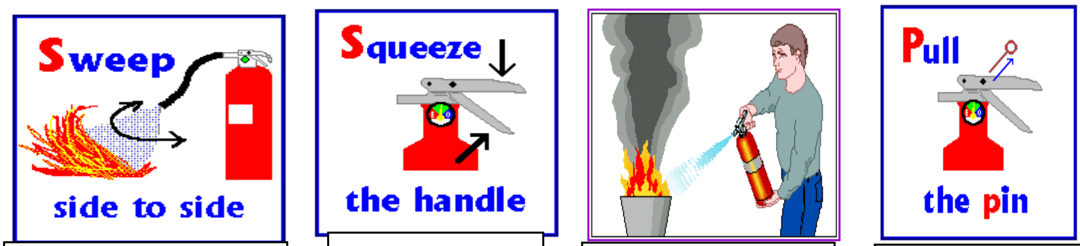


شكل (71) يوضح طفاية البودرة متعددة الأغراض


شكل (72) يوضح طفاية البودرة السائلة

طريقة استعمال الطفايات في إطفاء الحريق باستخدام نظام PASS System شكل (73) وتشمل:

- ❑ Pull اجذب
- ❑ Aim وجه
- ❑ Squeeze اضغط
- ❑ Sweep حرك



اجذب المسمار | وجه إلى قاعدة اللهب | اضغط | حرك من جانب إلى جانب

شكل (73) يوضح كيفية استخدام طفاية الحريق اليدوية

وتشمل طرق مكافحة الحرائق ما يلي:

أ- عزل الوقود عن الحريق ويعرف بتجويع الحريق (تجويع).

ب- حرمان الحريق من الأكسيجين ويعرف بخنق الحريق أو إخماده.

ج- تخفيض درجة الحرارة عن حد الإشعال ويعني تبريد الحريق (تبريد) لإيقاف التفاعل المتسلسل.

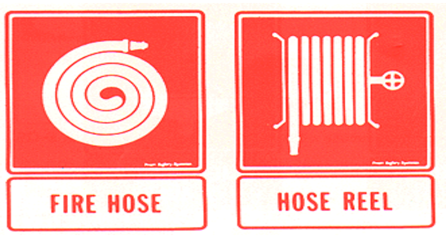
ويحكم عملية مكافحة الحريق مجموعة من القواعد أهمها:

1- المكافحة مع اتجاه الريح وليس عكسها.
2- البدء في مكافحة الحريق من مسافة آمنة (2 – 5 مترا).
3- توجيه مادة الإطفاء إلى قاعدة الحريق وتحريك خرطوم الطفاية من جانب إلى جانب
4- عدم ترك مكان الحريق حتى نتأكد من إطفائه تماما
5- كسر زجاج إحدى نقاط الإنذار اليدوية، مع مراعاة أن تبدأ في مكافحة الحريق إذا كنت مدربا على ذلك بدون تعريض سلامتك للخطر وإذا خرج الحريق عن نطاق السيطرة، يجب إخلاء المكان فورا عن طريق أبواب الطوارئ مع الاستعانة بالإشارات الخاصة بأدوات الإطفاء وأجهزة الإنذار (شكل 74).

أجهزة الإطفاء الأوتوماتيكية

هي شبكة من الأنابيب عليها فتحات لدفع مادة الإطفاء داخل وخارج المبني. وتستخدم في حالات محددة خاصة في الأماكن الهامة التي تسبب الحرائق فيها خسائر كبيرة وكذلك عند تواجد مواد سريعة الاشتعال واحتمالية تعرض المبنى للانهيار عند الحريق وأيضا عند احتمال تصاعد غازات سامة عند الحريق.

وأجهزة الإطفاء الأوتوماتيكية قد تستخدم رشاشات ماء أو رغاوى أو غازات خاملة أو مساحيق كيميائية جافة وقد تشتمل على رؤوس حساسة جدا للارتفاع السريع والمفاجئ للحرارة تعتمد على أنابيب بها سوائل أو غازات تتمدد بالحرارة فيعمل جهاز الإنذار، وهناك أيضا الرؤوس الحساسة للدخان وهي أكثر حساسية حيث تتأثر بأقل كمية من الدخان وتعتمد على خلية كهرو ضوئية حساسة عندما تتعرض للدخان فتتوقف عن العمل فيعمل جهاز الإنذار ونفس الفكرة أيضا في الرؤوس الحساسة للهب وهذه تصلح في الأماكن المفتوحة حيث تتأثر بالأشعة تحت الحمراء الصادرة عن اللهب.







شكل (74) يجمع أهم الإشارات الخاصة بأدوات الإطفاء تشمل جهاز الإنذار، وطفايات وخرطوم الإطفاء على الترتيب من اليمين إلى اليسار

ثانيا: مخاطر الكهرباء في المختبرات

مقدمة:

<u>الكهرباء:</u> عبارة عن طاقة في شكل جسيمات صغيرة مشحونة (إلكترونات) تسري في موصل (Conductor) مثل سريان الماء في أنبوب ويشار إلي وجودها بإشارة دالة (شكل 75).



شكل (75) إشارة تحذير من خطر كهرباء

<u>التيار الكهربائي:</u> هو كمية الإلكترونات المارة خلال نقطة معينة وفي زمن معين وتقاس بالأمبير(Amperes)

<u>القوة الدافعة الكهربائية:</u> تتسبب في سريان التيار وتقاس بالفولت (Volt) أثناء سريان التيار يقابل بمقاومة من الموصل تسمي المقاومة الكهربائية (Resistance) وتقاس بالأوم (OHMS)

<u>قانون أوم (OHMs Law) ينص على أن:</u> كمية التيار المار (بالأمبير) تتناسب طرديا مع القوة الدافعة الكهربائية (بالفولت) وعكسيا مع مقاومة الدائرة الكهربائية (أوم).

القوة الدافعة الكهربائية (الجهد) بالفولت

■ التيار (بالأمبير) = -------------------------

المقاومة الكهربائية (بالأوم)

ولكي تعمل الكهرباء يجب توفر دائرة كاملة تبدأ من المصدر وتعود إلى المصدر. يسرى التيار دائما في دائرة مغلقة ويبحث التيار دائما عن المسار ذو المقاومة الأقل لكي يسرى فيه. وتسري وتتحرك الكهرباء دائما نحو الأرض. ويمثل أي شخص دائما أقل مقاومة للتيار الكهربائي، ويمثل دائرة كاملة عندما يكون ملامسا للأرض.

مخاطر الكهرباء وتتلخص في:

1- الصدمة (الصعقة) الكهربائية Electrical Shock

2- الحروق Burns

3- حدوث شرز وفرقعة (قوس انفجار) Arc – Blast

4- الحرائق والانفجارات Fires and Explosions

1- الصدمة (الصعقة) الكهربائية:



شكل (76) يوضح حدوث صدمة كهربائية نتيجة الاتصال بكلتا الوصلتين.

يتوقف مدي تأثير الإصابة بالصدمة الكهربائية على جسم الإنسان على كمية التيار المار خلال الجسم والمسار الذي يسلكه التيار ووقت بقاء التيار واتصاله بالجسم وكذلك يتوقف على الجنس (ذكر – أنثي) والحالة الصحية والوزن والسن ودرجة رطوبة الجلد ونوع العضو المعرض من الجسم. ويمكن أن نستنتج مما سبق أن التيار الكهربائي هو الذي يسبب الإصابة للإنسان وليس الجهد الكهربائي، وتحدث الصدمة الكهربائية عندما يصبح الجسم جزءا من الدائرة الكهربائية ويمكن أن تحدث بثلاث طرق وذلك على النحو التالي:



شكل (77) يوضح حدوث صدمة كهربائية نتيجة الاتصال بالتيار الحي.

أ- في حالة الاتصال بكلتا الوصلتين (الحي والمتعادل) في نفس الوقت (شكل (76)، والجسم في هذه الحالة يشبه فتيلة لمبة ويعتبر الجسم في هذه الحالة مقاومة ويمر به التيار الكهربائي.

ب- في حالة الاتصال بالموصل الحامل للتيار (الحي) Hot Wire ويعتبر الجسم في هذه الحالة وصلة أرضية (شكل 77).

ج- أما القصر الكهربي (شكل 78) فيحدث عندما تتلامس الوصلة الحية (Hot Wire) بالأجزاء المعدنية (ماسك – إطار – يد أو غلاف الآلة أو المعدة الكهربائية) وتصبح محملة بالطاقة الكهربائية وبمجرد لمسها تحدث الصدمة الكهربائية.



شكل (78) يوضح حدوث صدمة كهربائية نتيجة الاتصال بين الوصلة الحية والأجزاء المعدنية.

ويجب أن يوضع في الاعتبار أن أغلب الصدمات الكهربائية التي تحدث تكون مميتة لآنها تمر خلال عضلة القلب أو بالقرب منها. فمثلا لو مر تيار كهربائي شدته 100 مللي أمبير خلال القلب في جزء من الثانية ويسبب انقباضات وخفقان شديد للقلب يعقبها توقف. أما التأثيرات غير المميتة للتيار المار بالجسم تتفاوت بين الإحساس بوخز خفيف إلى الألم الشديد والتقلصات العضلية العنيفة وهذه التقلصات العضلية تصبح خطرة عندما يتجمد الإنسان في مكانه ويفقد قدرته على الحركة.

2- الحروق

وكذلك يمكن أن تؤدي الصدمة الكهربائية إلى إمكانية حدوث تأثيرات أخري كالحروق (شكل 79) والنزيف الداخلي، وإذا كان وقت التلامس قصير وحدث توقف للقلب وأجري تنفس صناعي للمصاب خلال 3 – 4 دقائق من الصدمة يمكن إعادة نبض القلب. ولذلك يجب ألا تقترب ولا تحاول لمس الشخص المصاب بالصدمة الكهربائية إذا كان لا يزال ممسكا للتيار الكهربائي وإذا لم تتمكن من فصل التيار الكهربائي فاسحب أو ادفع المصاب بعيدا عن التيار بواسطة قطعة من الخشب أو حبل جاف أو قطعة قماش أو أي مادة غير موصلة للتيار الكهربائي. وتتوقف شدة الصدمة الكهربائية على حالة الجلد، فالجلد الجاف له مقاومة كهربائية كبيرة، في حين أن العرق البسيط أو رطوبة الجلد تنقص من مقاومته الكهربائية بدرجة كبيرة وتصل بالجسم إلى الحد المميت، ولذلك إذا كنت تقف في الماء أو تستند على سطح رطب فإن تيارات الصدمة الكهربائية قد تصل إلى (800 مللي أمبير) وهي بالتالي فوق الحد المميت.



شكل (79) يوضح الحروق الناتجة عن الكهرباء

3- الشرز والفرقعة (قوس انفجار): Arc – Blast:

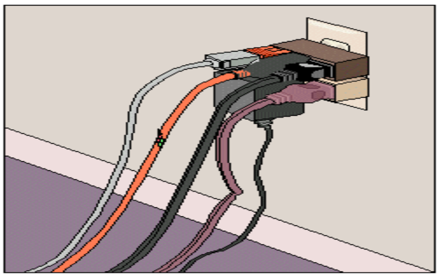
يحدث الشرز والفرقعة عندما يقفز تيار عالي من موصل لآخر أثناء تشغيل أو إيقاف الدائرة الكهربائية. وأيضا يحدث الشرز والفرقعة عند تفريغ الشحنات الكهربائية الساكنة. وللوقاية من مخاطر الشرز والفرقعة يوصى بتشغيل أو إيقاف الدوائر الكهربائية بواسطة اليد اليسرى وليست اليمنى كما هو موضح في شكل (80) حتى يتم تفادي الوجه عن الشرز والفرقعة في حالة حدوثها.



شكل (80) يوضح طريقة تشغيل الدوائر الكهربية بطريقة صحيحة لتفادي الوجه عن الشرز والفرقعة

4- الحرائق والانفجارات:

في حالة التحميل الزائد على الدوائر الكهربائية (شكل 81) ترتفع درجة حرارة الأسلاك الكهربائية وقد يتسبب ذلك في انصهار المادة العازلة واحتراقها وبالتالي احتراق الأجزاء البلاستيكية المحيطة بالأسلاك والمعدات الكهربائية الأمر الذي يؤدى لحدوث حريق. أيضا في حالة حدوث الشرز والفرقعة وإذا كانت بالمكان مواد سريعة الاشتعال كما هو الحال غالبا في المختبرات أو مخازن الكيماويات فسوف تشتعل ويمكن أن يحدث انفجارات.



شكل (81) يوضح أن التحميل الزائد للكهرباء من أسباب الحرائق

الوقاية من مخاطر وحوادث الكهرباء

يتم إتباع الإجراءات والإرشادات الآتية للوقاية من مخاطر وحوادث الكهرباء:

- يجب فصل التيار الكهربائي عن أية معدة أو جهاز كهربائي قبل إجراء أية عمليات صيانة عليه مع وضع لافتة (TAG) عند مكان فصل التيار الكهربائي تفيد ذلك حتى لا يتم إعادة التيار الكهربائي بواسطة أي شخص آخر.
- لا تلبس الخواتم والساعات والمجوهرات عند العمل قرب الدوائر الكهربائية.
- لا تستعمل السلالم المعدنية أو العدد اليدوية غير المعزولة عند العمل في الأجهزة الكهربائية.
- يتم استخدام وسائل الإضاءة المؤمنة ضد الانفجار Explosion Proof Lamps والتي يمكنها احتواء أية انفجارات داخلها ولا تسمح بخروجها إلى الجو المحيط والتسبب في حدوث حريق به

وذلك في الأماكن المصنفة خطرة (Hazardous Locations) كأماكن تجمع الغازات والأبخرة القابلة للاشتعال.

- يجب التأكد من أن جميع الأجهزة والمعدات الكهربائية الثابتة والمتحركة موصولة بالأرض بواسطة سلك وهذا السلك لا يحمل تيارا كهربائيا ولكن عند حدوث قصر كهربائي في الدائرة ومرور تيار خاطئ من السلك الحي (Hot Wire) الحامل للتيار إلى إطار أو غلاف المعدة أو الآلة فإذا كان هذا التيار كبيرا يدفع القاطع الكهربائي (Circuit Breaker) أو الفيوز (Fuse) علي فصل الدائرة الكهربائية أو يحمل السلك الأرضي التيار الكهربائي إلي الأرض ويمنع مروره الخاطئ خلال جسم الإنسان. لذا يجب التأكد باستمرار من سلامة الوصلة الأرضية للمعدة.
- تقوم الفيوزات (Fuses) وقواطع التيار (Circuit Breaker) بفصل الدائرة الكهربائية، ولا يجب أن نحاول إرجاع التيار قبل البحث عن سبب العطل وإصلاحه ومن ثم يتم تبديل الفيوز بآخر من نفس النوع والحجم أو إرجاع قاطع التيار لوضعه الأول.
- لا تحمل مصدر التيار بأكثر من طاقته حيث يؤدي ذلك لحدوث حريق.
- لا تمرر الأسلاك الكهربائية من خلال الأبواب أو النوافذ وابعدها عن المصادر الحرارية كالدفايات ولا تعلقها على المسامير.
- لا نتغاضى عن الأجزاء المتآكلة في الأسلاك الكهربائية ويجب تبديلها فورا أو تغطيتها بشريط عازل بصفة مؤقتة لحين تبديلها.
- يجب أن يتدرب العاملون في مجال الكهرباء على استخدام طفايات الحريق المناسبة للاستعمال في حرائق الكهرباء، وهي طفايات البودرة وطفايات ثاني أكسيد الكربون وطفايات الهالون، مع الأخذ في الاعتبار عدم استخدام الماء أو الطفايات التي تحتوي على الماء على الإطلاق في إطفاء الحرائق التي تحدث في المعدات والتوصيلات الكهربائية وذلك لأن الماء موصل جيد للكهرباء فيتسبب في صعق الشخص المستعمل للطفاية.
- في حالة إصابة أي شخص بصدمة كهربائية يجب عدم ملامسته على الإطلاق والقيام أولا بفصل التيار الكهربائي وإبعاد الشخص عن مصدر التيار الكهربائي بواسطة لوح أو قطعة من الخشب أو أية مادة عازلة أخري، وبعد ذلك يمكن إجراء الإسعافات الأولية (إذا كان الشخص مدربا على ذلك) وتشمل التنفس الصناعي للشخص المصاب، ويتم استدعاء الطبيب علي الفور أو نقل المصاب إلى أقرب مستشفى.

المخاطر النوعية الأخرى للكهرباء في المختبرات

1- حيث أن الصدمة الكهربية تهديد لحياة الأفراد، والعيوب أو الأخطار الكهربية قد تسبب حرائق لذلك فإن التجهيزات والأجهزة الكهربائية يجب أن تفحص وتختبر بشكل دوري، ويشمل ذلك اختبار الأرضي earthing وصيانتها بمتخصصين مؤهلين. ويجب على أفراد المختبر ألا يقوموا بمحاولات لعمل أي صيانة أو اصلاح في أي نوع من المعدات الكهربية.

2- معلوم أن الفولت يختلف من بلد الى بلد وحتى الفولت المنخفض فانه قد يسبب مخاطر، لذا يجب أخذ الاحتياطات لضمان أن االفيوزات قدرتها مناسبة لكل من المعدة ومصدر التيار.

3- هنا ك ما يسمى قاطع الدائرة الكهربائية Circuit breaker وقاطع قصور الأرضي Earth fault interrupters حيث يجب أن يكونا ملازمين تماماً للدورة الكهربائية بالمختبر. مع ملاحظة أن **أولا:** قاطع الدورة الكهربائية لا يحمي الأفراد ولكن يكون المقصود به هو حماية الأسلاك من حدوث سخونة عالية وبالتالي منع حدوث حرائق. **ثانيا:** أما قاطع قصور الأرضي فيكون المقصود به حماية الأفراد من الصدمة الكهربية. وكل المعدات الكهربية بالمختبرات يجب أن توصل بالأرضي Earth ويفضل أن يكون من خلال Three-prong plugs أي كُبس ذو ثلاثة أصابع.

4- كل المعدات الكهربائية المختبرية يجب أن تتوافق مع المعايير القياسية الوطنية للأمان الكهربي أو مع الوكالة الدولية للتكنولوجيا الكهربية International Electrotechnical (IEC) Commission

5- تأكد من أن أسلاك الكهرباء (كابلات) بعيدة عن أي سطح ساخن.

6- لا تسمح للماء والسوائل الأخرى لتتسرب على أسلاك الكهرباء أو المفاتيح أو المخارج (مآخذ التيار).

7- امنع استخدام عملية تمديد أسلاك (سلك التوصيلات Extension cords).

8- يمنع لمس أي مفاتيح كهرباء أو مخارج كهرباء أو أي مصدر كهربي بأيدي رطبة ولا تستخدم توصيلات أنت نفذتها بنفسك ويجب أن تستدعى الكهربائي المختص بالتوصيلات.

9- جهاز التحليل الكهربي Electrophoresis نموذج لما قد يكون مصدر رئيس لخطر الكهرباء، والسبب أن تواجد كل من الفولت العالي والتيار الكهربائي وسائل التوصيل Conductive fluid والذي قد يسبب خطر الموت. العاملون قد لا يكونوا على دراية بالمخاطر المصاحبة للألكتروفوريسيس (فعملية الألكتروفوريسيس القياسية على 100 فولت يمكن أن توصل لصدمة قاتلة لـ 25 مللي أمبير). حتى التسرب الخفيف في التانك (الجار) الخاص بالجهاز يمكن أن ينتج عنه صدمة خطيرة بجانب ما سبق ذكره.

علاقة الكهرباء بالحرائق

تتشـــابك العلاقة بين الكهرباء والحرائق من خلال وجود أســـطح مبللة أو رطبة قرب المعدات الكهربائية وكذلك وجود كابلات التوصيل الكهربي الطويلة المرنة Long flexible وضعف أو تهالك المواد العازلة على الكابلات وزيادة التحميل على الدائرة الكهربية باستخدام المحولات (Adapters).

أيضـــا فإن الأجهزة أو المعدات التي تولد شـــرر ووجودها قرب مواد قابلة للاشـــتعال أو الأبخرة، وترك المعدات الكهربائية على وضـــع تشـــغيل Switched on وذلك بدون قصـــد أو في حالة عدم اســـتعمالها وأخيرا استخدام الوسيلة الغير مناسبة في عملية إطفاء الحرائق (مثل استخدام الماء أو الرغاوى بدلاً من ثاني أكسيد الكربون) كل ذلك من شأنه أن يساعد على حدوث حرائق.

الفصل السابع

تحقيق الأمان والسلامة خلال التجارب الميدانية (الحقلية)

الفصل السابع
تحقيق الأمان والسلامة خلال التجارب الميدانية (الحقلية)

مقدمة

التجارب الميدانية جزء لا يمكن الاستغناء عنه في البحث العلمي بجميع أنشطته وهذه التجارب تجرى خارج المختبرات الدائمة في المؤسسات العلمية (شكل 83)، ولذلك فإن اعتبارات الأمن والسلامة تختلف في بعض الأمور عنها في المختبرات الدائمة. وقد تكون هذه التجارب الميدانية (الحقلية) لفترة قليلة وقد تستمر لسنوات حسب طبيعة هذه التجارب، ولذلك فإن تحقيق الأمن والسلامة في هذه التجارب يكتسب أهمية كبيرة حماية للأفراد والتجارب والبيئة المحيطة. وسوف نستعرض فيما يلي أهم الاعتبارات التي يجب مراعاتها حال إجراء التجارب الميدانية(الحقلية):



شكل (83) يوضح نموذج لتجربة ميدانية(حقلية)

بداية يجب وضع سياسة عامة للأمن والسلامة في التجارب الميدانية تتضمن استشارة المختصين في مكان إجراء التجربة الميدانية بخصوص الأنشطة التي تؤثر على السلامة والصحة وتوفير معدات ومستلزمات الأمن والسلامة وتوفير معلومات وتعليمات للعاملين في التجربة الميدانية فيما يخص السلامة والصحة وضمان استخدام الأسلحة الخاصة بالحماية وضمان خبرة المستعلمين لهذه الأسلحة مع ضرورة الحصول على تصريح من الجهات المعنية وكيفية منع الحوادث واصابات العمل وتوفير ظروف عمل آمنة مع ضرورة استعراض ومراجعة سياسة السلامة بشكل دوري.

السلامة في التجارب الحقلية

مثال تطبيقي من إحدى الجامعات الأمريكية:

في هذه الجامعة يطلب من جميع العاملين في الجامعة بما في ذلك أعضاء هيئة التدريس، الموظفين والطلاب والزوار اتباع إجراءات العمل الآمن . ويعتبر مكتب البيئة والصحة والسلامة (EH & S)هو

الإدارة المسؤولة في هذه الجامعة أساسا عن المساعدة في تنفيذ مبادئ السلامة والسياسات EH & S . المتعلقة بالسلامة والصحة في مكان العمل بالجامعة وتتضمن المسؤوليات منع الحوادث والسلامة الإحيائية (الأمان الحيوي) والتعليم والتدريب و التأهب لحالات الطوارئ و الصحة البيئية و الحرائق وسلامة الحياة وإدارة المواد الخطرة والنظافة الصناعية و السلامة المهنية و السلامة من الإشعاع.

المسؤوليات:

تشمل المسؤولية جميع الطلاب وأعضاء هيئة التدريس والموظفين والزوار والضيوف، فكل موظف، أو طالب، أو أي شخص مخول له إجراء أنشطة في المختبر أو الحقل هو مسؤول عن الامتثال لجميع قواعد الصحة والسلامة والسياسات المطبقة وممارسات العمل المعمول بها .وهذا يشمل على سبيل المثال لا الحصر النشاط والانتباه وأخذ الحيطة والحذر في جميع الأوقات وقراءة واستيعاب والامتثال لجميع إجراءات السلامة وإبلاغ المشرف عن المخاطر في مناطق العمل حال ملاحظتها وبالضرورة حضور الدورات التدريبية والامتثال لتعليمات الصحة والسلامة . كما أنه من الأمور الإيجابية في هذا الشأن مناقشة المشرف كلما كان هناك قلق حول شيء مجهول أو وضع قد يسبب شيء من الخطورة.

كما يجب على الجميع الالتزام فقط بإجراء الأنشطة التي وافق عليها المشرف والالتزام باستخدام المرافق والمعدات والأدوات فقط للغرض الذي صممت من أجلها واتباع إجراءات التشغيل الآمن في المهام المرتبطة بالعمل واستخدام معدات الوقاية الشخصية المناسبة والتعرف على خطط وإجراءات الطوارئ في منطقة العمل .

السلامة على مستوى المرافق

ولتحقيق ســــلامة المرافق في التجارب الحقلية يجب تحليل تفاصــــيل إجراءات العمل لتحديد المخاطر وضـــمان تنفيذ التدابير الرامية إلى القضـــاء أو الســـيطرة على تلك المخاطر واســـتخدام معدات الوقاية

الشــخصــية المناســبة التي يحددها المشــرف والتبليغ عن الظروف الغير آمنة والمخاطر المحتملة إلى المشــرف الخاص بك دون الخوف من اللوم أو العقوبة ويشــمل ذلك المعدات المعطوبة والحرائق ذات الصــلة بالعمل، والحوادث والإصــابات، والأمراض، والأضــرار في الممتلكات. كذلك يدخل ضــمن هذه المسؤوليات تحذير زملاء العمل عن خلل المعدات وغيرها من الأخطار والتأكد من الالتزام بكل ما يتعلق بالســلامة البيئية والصــحية من قبل الجميع والمشــاركة في إجراءات التفتيش المطلوبة وبرامج الرصــد والمراقبة والتأكد من الاطلاع على بطاقات سلامة المواد "MSDS " للكيمياويات المستخدمة وضمان أنه يتم اتباع الإجراءات المناسبة للتخلص من النفايات الخطرة .

مسؤول الأمن والسلامة

مسؤول السلامة في الجامعة لديه سلطة ومسؤولية أساسية لتطوير وضمان تنفيذ خطة السلامة ضمانا لصحة وسلامة أعضاء هيئة التدريس والموظفين والطلاب، والزوار الآخرين إلى الموقع ويتم ذلك عن طريق القيام بالمهام التالية:

أولا: تحليل إجراءات العمل لتحديد المخاطر المحتملة وتنفيذ تدابير لكي يتم القضاء أو السيطرة على تلك الأخطار ويكون ذلك من خلال تحديد كل الخطوات المطلوبة لإكمال مهام العمل في موقع معين وبالتالي تحديد جميع المخاطر المرتبطة بهذه المهام والنظر في جميع المخاطر المحتملة بما في ذلك المخاوف المادية والبيئية والكيميائية ثم تحديد معايير وضوابط للحد من المخاطر المحتملة التي تم تحديدها.

ثانيا: اتخاذ إجراءات للمســاعدة في إكمال تحليل المخاطر وتحقيق الســلامة من خلال التواصــل مع الموظفين والزوار للتعريف بالمخاطر في مكان العمل وسياسات السلامة وضع وتنفيذ إجراءات التشغيل الآمن للمهام الوظيفية.و إجراء عمليات المراجعة الدورية الموثقة للســلامة ووضــع الخطط والنظر في فعالية هذه الخطط وإعادة النظر في اللوائح التي تحتاج إلى تحسين وكذلك التأكد من توافر أوراق بيانات ســلامة المواد (MSDS) الخاصــة بالمواد الكيميائية المســتخدمة في العمل و توفير معدات الســلامة

المناسـبة ومعدات الحماية الشـخصـية للموظفين وإعداد تقرير بالأعمال المرتبطة بالحرائق، والحوادث والإصـابات والحوادث والأمراض وإتلاف الممتلكات، والأحداث غير العادية ويرفع هذا التقرير إلى كلا من EH & S ومكتب تأمين وإدارة المخاطر كذلك تشـجيع الإبلاغ الفوري عن مشـاكل الصـحة والسـلامة دون خوف أو تردد والتأكد من أنه يتم تدريب العاملين على الإجراءات المناسـبة للتخلص من النفايات. وإلى جانب ذلك الحفاظ على معدات السلامة (شكل 84) والتفتيش والتصرف طبقا للمطلوب في الموقع الميداني البعيد والمبادئ التوجيهية لخطة سـلامة المختبر من الإصـابات والأمراض وبرنامج الوقاية. ويتم تتبع الإجراءات التصـحيحية للأخطار في الوقت المناسب في مكان العمل من قبل لجنة السـلامة والتي سـوف تتلقي وتسـتعرض تقارير الظروف غير الآمنة، وتقارير التفتيش في أماكن العمل، وتقارير الإصابة.



شكل (84) يوضح نموذج لتجربة حقلية ومعدات وأدوات السلامة

برنامج الوقاية من الإصابات

من الإجراءات والتدابير الهامة لتفادي لحوادث والإصابات التي يمكن أن تحدث خلال التجارب الميدانية(الحقلية) يراعى اتباع القواعد المتفق عليها مثل وجوب توفر حد أدنى من اثنين من الأفراد خلال فترة صيانة أو تركيب أو تشغيل أي معدات و لا يجب استخدام أي معدات أو مرافق بعد ساعات العمل الرسمية إلا بعد الحصول على إذن خطي من إدارة المرافق ولا يكون الإذن صالحا إلا إذا كان الباحث الرئيسي في المشروع البحثي الجاري تنفيذه متواجدا ، ومن الأمور الهامة أيضا في هذا الخصوص ضرورة وجوب الحفاظ على الأرضيات خالية من الحطام والسوائل المنسكبة و الحفاظ على الممرات والمداخل ممهدة دون عائق وخالية من الأسلاك الكهربائية، وغيرها من معدات أو خلافه مع الالتزام

بالتخزين الصحيح والتعامل الآمن مع أي مواد كيميائية خطرة.

وتزداد أهمية ملابس وأدوات الحماية الشخصية في التجارب الحقلية ولذلك يجب **حماية العين والوجه، فمعدات الوقاية مثل النظارات الواقية ونظارات أو الأقنعة هي** من اللوازم لأي شخص يعمل في المناطق التي يمكن أن تتسبب في إصابة في الوجه أو العينين **وحماية الجهاز التنفسي** حيث أن معدات الجهاز التنفسي قد تكون قابلة للتطبيق في ظروف معينة وفي مثل هذه الحالات، ينبغي استشارة المسؤولين عن برنامج حماية الجهاز التنفسي ويجب على جميع المستخدمين تلقي التدريبات المتخصصة والموافقة الطبية قبل استخدامها.

وحماية السمع .وينبغي تقييم المناطق عالية الضوضاء لتحديد مستويات الضوضاء النموذجية. فإذا كان التعرض للضوضاء بمتوسط فوق 90 ديسيبل، يجب على الموظفين المدرجين في هذا البرنامج ارتداء أجهزة أو أدوات حماية السمع، ويجب أن تتم عمليات تقييم دورية للسمع، وتلقي التدريب على تجنب حدوث تلف في حاسة السمع ولا يجب إغفال **سلامة الأرجل** فقد تكون هناك حاجة لأحذية الصلب لحماية إصبع القدم في مناطق معينة أو لمهام وظيفية معينة.

إجراءات السفر والتنقل

المواقع الميدانية النائية تستلزم للوصول إليها السفر، ولذلك يجب على المشرفين والمشغلين اتباع أفضل الممارسات عند القيادة: حيث يجب الالتزام بكافة قوانين السير وقواعده من عدم تجاوز الحد الأقصى واستخدام الإشارات والأضواء المتعارف عليها ، وكذلك عند سحب المعدات أو المواد يجب الالتزام بالقواعد والقيود مثل التأكد من أن السيارة لديها القدرة اللازمة والفرامل (قدرات الكبح) والأحمال آمنة وأضواء الفرامل والنظر في الطقس العاصف الثلوج والرياح والمطر وأي قيود قد تفرض على السفر من وإلى هذه المواقع البعيدة كما يجب تحديد جميع مصادر الطاقة وطاقة كل قطعة من المعدات وتأمين

خروج المعدات من مكان عملها لمنع الحوادث العرضـية أو الطاقة التي تصـدر من العواصـف أو الرعد ووضـع بيانات على المعدات للإشـارة إلى أنه يجري صـيانتها ويجب عدم استخدامها، وبعد تمام صـيانة هذه المعدات يجب إزالة هذه البيانات والعلامات ويجب إخطار جميع الموظفين الذين يســتخدمونها بإمكانية استخدامها بأمان .

تحليل حوادث العمل

تعتبر تقارير الحوادث جزءا من عمليات التســجيل الدائمة حيث تقوم لجنة الســلامة بتحليل التواريخ والأوقات وظروف الحوادث من أجل تحديد فعالية الخطط وتحديد الاتجاهات.

تحليل مخاطر الوظيفة

الغرض من تحليل مخاطر الوظيفة هو تحديد المهام التي قد ينجم عنها خســائر كبيرة في الممتلكات والأشخاص والبيئة، ومن ثم التعرف على المراحل التي تتسبب في هذه الخسائر واتباع إجراءات المساعدة التي من شأنها تأمين جميع هذه المراحل والعمل على الحد من هذه المخاطر، ويتم توثيق كل هذا.

التأهب للكوارث

التخطيط للمستقبل لمواجهة الكوارث أمر بالغ الأهمية لكونه ضروريا لاستعادة الأمان بسرعة

ويشــمل ذلك تعريف الموقع والاســتخدام الســليم لأجهزة إطفاء الحريق، وأجهزة الإنذار للحريق، ومخارج الطوارئ والهواتف، وتوفير أدشاش سلامة العين .وبالإضافة إلى ذلك، ستكون هناك حاجة لخطة مواجهة كوارث لكل مشروع ويقع هذا على عاتق مسؤولي السلامة والذي يتطلب توفر صناديق وأدوات الإسعافات الأولية وتوفر معلومات الاتصــال بالمســتشـفيات القريبة والشـرطة وادارات مكافحة الحرائق وخرائط تبين موقع المشروع والطرق المؤدية إلى المستشفيات القريبة. كذلك توفر طرق الإخلاء في حال حدوث الزلازل والحرائق أو الكوارث الطبيعية الأخرى وينبغي إعداد العاملين /الموظفين للاســتجابة بأمان لإنذار الحريق

أو الإخلاء كما في حالات التسرب العرضي من المواد المشعة والكيميائية أو المواد السامة الأخرى، وإصابات العمل المشترك.

(تراجع إجراءات الوقاية من مخاطر الحريق والكهرباء وكذلك الإسعافات الأولية وإجراءات الطوارئ من الفصول الخاصة بها)

مثال تطبيقي للتجارب الحقلية

تجربة اختبار سمية مادة (مبيد مثلا)

البداية بالتجارب شبة الحقلية وتجرى التجارب بها في أقفاص أو في أصص

مميزات التجارب الحقلية:

الظروف داخل القفص التجريبي تشابه إلى حد كبير الظروف التجريبية داخل المختبر فيمكن التحكم في جرعة المادة المعطاة وعدد الأفراد المختبرة.

اختبار سمية المادة داخل الأصيص أو القفص تحت ظروف بيئية تشابه تلك الظروف الحقلية من حيث عوامل الطقس والبيئة التي تتعرض لها المادة عند التطبيق الحقلي.

تساعد تلك التجارب في تقدير الجرعة المناسبة لتجارب الحقل المصغرة حيث يمكن اختبار عدة جرعات ومقارنتها بمادة قياسية معروفة وتستخدم هذه التجارب في تقدير الأثر الباقي للمبيد عقب المعاملة وسلوكها ومدى ثباتها في البيئة كذلك تأثرها بالظروف المحيطة من حيث تحللها ونواتج التحلل وتحديد الحد الأقصى المسموح باستخدامه من المادة.

والمعلوم أن القانون يحرم بيع المحصول الناتج من هذه التجارب وتحتاج هذه التجارب إلى وقت أطول لإجرائها وقد يمر موسم كامل قبل ظهور النتائج بصورة نهائية حسب ظروف وأهداف كل تجربة. ولكي يتم الحصول على معلومات كافية لتعميم أي مبيد يجب إجراء الاختبارات تحت ظروف زراعية (شكل 95) وجوية مختلفة (تربة – ري – مناخ – عمليات خدمة) ويجب أن تجرى التجارب في أماكن مختلفة في موسم واحد والعكس.

إعداد برنامج الاختبار الحقلي

- تحديد عنوان برنامج الاختبار الحقلي Title
- تحديد مكان التجربة Location
- تحديد القائمين بالتجربة Leaders
- تحديد الجهات المتعاونة في البحث Co-operators
- تحديد الهدف من التجربة Objective
- تحديد طريقة العمل في التجربة Procedure

وهناك معاهدات واتفاقيات دولية وتشريعات محلية تتضمن الأمان للمادة خلال عمليات تسجيلها وتصنيعها ونقلها وتداولها وتقليل مخاطرها على عناصر البيئة المختلفة.

وأهم السياسات الدولية في هذا الشأن:

الدستور الغذائي (كودكس) خاصة اللجنة المعنية بمتبقيات المبيدات واتفاقية قرطاجنة لحماية الاتزان البيئي وقواعد تسجيل المنتجات المهندسة وراثيا واتفاقية روتردام بشأن تطبيق إجراءات الموافقة المسبقة على بعض المواد الكيميائية والمبيدات الفطرية المتداولة في التجارة الدولية.

وكذلك من المنظمات التابعة للأمم المتحدة مثل منظمة الأغذية والزراعة ومنظمة الصحة العالمية وبرنامج الأمم المتحدة لحماية البيئة ومنظمة العمل الدولية .

وهناك احتياطات عامة عند التعامل مع المبيدات تشمل توفر أقنعة واقية من الغازات وكمامات تنفس وأقنعة لحماية الوجه وملابس خارجية عازلة لتغطية الجسم ونظارات واقية وغطاء للرأس وقفازات ومعدات غسيل عيون وكمية وافرة من الماء وأحذية طويلة وأدوات ومواد إسعافات أولية.

إزالة المبيدات المسكوبة

في حالة حدوث انسكاب للمبيدات خلال التجارب الحقلية يتم معاملة هذه الإنسكابات وما يشابهها من المواد المتسربة السائلة بضعف حجمها من مادة ماصة كالرمل أو التراب أو نشارة الخشب ثم تكنس مع

المبيد وتوضـــع في حاوية وتدفن على عمق لا يقل عن نصـــف متر وينثر على المكان كمية من الجير المطفأ أو رماد الصـــودا ثم تبلل المنطقة بالماء وتحوط بشـــريط أو حبل وتترك طوال الليل. ويجب إبلاغ المســـئولين بوزارة الصـــحة وإدارة الموانئ أو الدفاع المدني في حالة انســـكاب كميات كبيرة من المبيدات وإبلاغ المســـئولين والســـلطات المســـئولة إذا تلوثت المحاصـــيل في الموانئ أو مجاري المياه وإصـــدار التعليمات بعدم استعمال هذه المحاصيل أو المياه الملوثة.

تسجيل المبيدات

لا يتم تســـجيل المبيدات بمعنى أنه لا يتم اعتمادها كمبيدات إلا بعد التحقق من مطابقتها للمواصـــفات الكيميائية والطبيعية وأخذ البصـــمة التي يتم تســـجيلها عليها بناء على نتائج التحاليل في المراكز البحثية المتخصـصـة. وبعد ثبوت كفاءة المبيد الحيوية يتم تجربته لمدة ثلاث مواسم زراعية متماثلة ومتتالية وفى بعض الحالات مثل المبيدات الحيوية يكتفي بموســمين أما في مركبات النحاس والكبريت والزيوت فيكتفي بموسم واحد.

الفصل الثامن

الإسعافات الأولية والطوارئ في المختبرات

الفصل الثامن

الإسعافات الأولية والطوارئ في المختبرات

تعريف الاسعافات الاولية

"هي الرعاية السريعة التي تقدم الى المصاب قبل وصول الاسعاف او نقله للمستشفى".

توجد معلومات إسعافيه هامة تجدر الإشارة إليها في بداية هذا الفصل مع التأكيد على ضرورة أن القائم بالإسعافات الأولية يجب أن يكون على قدر من التدريب المناسب ويجب على إدارة المختبر أن توفر فرص التدريب على الإسعافات الأولية للعاملين بالمختبرات، وسوف نسرد فيما يلي أهم الأساسيات في عملية الإسعافات الأولية باعتبارها غاية في الأهمية نظرا لأنها تتعلق بحياة الأفراد وسلامتهم وأن الدقائق الأولى لوقوع الحادث قد تفصل بين الحياة والموت أو على الأقل العجز أو الإعاقة أو الإصابة.

أولا : من المعلومات الهامة التي يجب الإلمام بها فيما يخص الإسعافات الأولية :

- تقاس درجة حرارة المصاب أو المريض من الفم أو الشرج أو تحت الإبط مع تطهير الترمومتر قبل الاستعمال وبعده وعند قياس الحرارة من الفم يترك الترمومتر تحت اللسان من 1–3 دقائق ولا تصلح هذه الطريقة عند إصابة الشخص بالإغماء أو وجود إصابة تمنعه من التنفس من الأنف ولا تقاس مباشرة بعد المشروبات الساخنة أو الباردة ، وعند قياس الحرارة من تحت الإبط يجب تجفيف الجلد من العرق أولا ويثنى الذراع على الصدر ويترك الترمومتر 5 دقائق وتضاف نصف درجة للقراءة ، وعند قياس الحرارة من فتحة الشرج يجب وضع الشخص على وجهه او جنبه وتطرح نصف درجة من القراءة الناتجة.
- عند قياس النبض يجب ملاحظة عدد النبضات وانتظام الفترة بين كل نبضتين وانتظام قوة النبض ويكون النبض في حدود 60 – 70 نبضة في الدقيقة ويقاس من أسفل الكتف من ناحية الإبهام ويمكن أن يقاس من جانب الرقبة فوق الشرايين.

- التنفس يكون في حدود 18–20 مرة ويزداد مع ارتفاع درجة الحرارة وقلة عمقه عند إصابة الرئتين بالالتهاب الرئوي. أيضا يزداد عدد المرات وعمق التنفس عند حدوث غيبوبة بسبب التسمم البولي أو الإغماء السكري والعكس عند تعاطي الأفيون.

جدول (2) معدلات النبض والتنفس في الدقيقة حسب الفئات العمرية المختلفة

الفئة العمرية	معدل النبض في الدقيقة	معدل التنفس في الدقيقة
البالغون	60 -100	12 -20
الأطفال	80 – 100	15 -30
الرضع	100 -120	25 – 50

صندوق الاسعافات الاولية

يجب توفر صندوق للإسعافات شكل (85) في المختبر يحتوي على الأقل على:



شكل (85) يوضح صندوق إسعافات أولية للمختبر

- أربطة شاش عرض 5، 10 سم.
- رباط ضاغط 5 سم.
- كيس قطن طبي.
- بكرة شريط لاصق (بلاستر) 2 سم.
- زجاجة مطهر (بيتادين).
- ميزان حرارة للفم وآخر للشرج.
- كيس قفازات بلاستيك للاستعمال مرة واحدة.
- حبوب مسكنة للألم (اسبرين او باراسيتامول).
- غسول كالامينا لعلاج مشاكل الجلد وحروق الشمس.
- قربة ماء للاستعمال كمادة باردة أو دافئة.

- هذا هو الحد الأدنى من محتويات صندوق الإسعافات الأولية ولكن هناك مكونات أخرى لا تقل عنها أهمية منها (شكل 86):



شكل (86) يوضح أدوات اسعافات أولية متنوعة

- شاش مضغوط معقم وآخر غير معقم
- شاش رافين معقم
- شاش قطع معقم
- ضماد للعين معقم
- ضماد من الألمونيوم معقم للحروق
- قطع لاصقة للحروق
- مقص جراحي غير قابل للصدأ
- مقص معقوف للضماد
- ملقط مستقيم
- محلول ملح
- قارورة مياه للشرب
- أكياس بلاستيك للملابس والنفايات
- واقي للوجه للتنفس
- نظارة لحماية العين
- قائمة بأرقام هواتف وعناوين المراكز الطبية ومراكز الطوارئ
- مصباح كهربي يدوي

شروط المسعف

- يجب أن يتوفر في المسعف مجموعة من الشروط من أهمها التصرف في هدوء وتعقل والقدرة على السيطرة على الموقف، واحترام الأفراد وحريتهم. واحترام الأفراد الذين يقدمون له العون، والاستجابة لاحتياجات الآخرين دون التفرقة وتقديم الخبرة على أعلى مستوى.

مبادئ التعامل مع المصاب

- ومن المبادئ التي يجب أن تحكم عمل المسعف بداية إبعاد المصاب عن مصدر الخطر وإسعاف المصاب بسرعة وعناية وفك الملابس الضيقة والاحزمة وتمزيق الملابس فوق الاصابة والجروح كذلك يراعى المحافظة على المصاب هادئا ومستريحا ودافئا وعدم السماح للمصاب برؤية اصابته او اخباره بها وسرعة استجواب المصاب وسرعة استدعاء طبيب الطوارئ او عربة الإسعاف (شكل87) ونقله للمستشفى.



شكل (87) سيارة إسعاف مجهزة

تصنيف الحالات وإسعاف المصاب

يمكن تصنيف الحالات إلى درجات وبناء عليها يحدد من يحتاج المساعدة أولا وهي:

التصنيف الاول ويشمل من يحتاج لرعاية عاجلة مثل حدوث طعنة بالصدر أو جرح رئوي او الكسور او الجروح أو اصابات العمود الفقري أو الصدمة نتيجة للنزيف وينقل بسيارة الاسعاف لأقرب مركز طبي للجراحة العاجلة.

أما التصنيف الثاني فيشمل من يحتاج لرعاية سريعة مثل اصابة حادة بالبطن أو الكسور ويعطى الاسعافات الاولية حتى ينقل الى المركز الطبي لإجراء الجراحة،

وأخيرا التصنيف الثالث والذي يشمل المصاب الذي يحتاج الى رعاية طبية بسيطة مثل الجروح الخارجية والتسلخات ويقوم المسعف بعمل الإسعافات الأولية له.

التسلسل في إسعاف المصاب

يجب مراعاة الأولويات في إسعاف المصاب طبقا للتسلسل التالي:

إذا كان المصاب لا يتنفس فيجب الاسراع في عمل التنفس الصناعي، ثم إيقاف النزيف ان وجد يلي ذلك تجبير الكسور ان وجدت، وتدفئة المصاب ببطانية أو أي ملبوسات، وتخفيف الالم عن المصاب وفي حالة القيء تخفض رأس المصاب وادارته الى أي جانب لمنع دخول القيء في الرئة.

التقييم المبدئي للمصاب

ويتم ذلك عن طريق فحص المكان وخلوه من أي أخطار على كل من المسعف والمصاب وطلب المساعدة واسعاف المريض وإذا كان المصاب فاقداً للوعي فيجب الاتصال بالإسعاف وعدم ترك المصاب بمفرده.

إسعاف المصاب

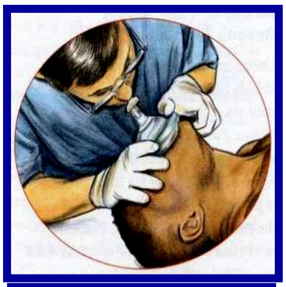
عند إسعاف المصاب يجب التأكد من عدم انسداد الممر الهوائي وملاحظة التنفس وجس النبض والتعرف على الاعاقة الذهنية والجسدية وكشف الاصابات.

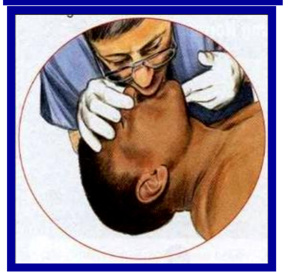
▪ I–المـC الممر الهوائي (Airway)


شكل (88)رفع الرأس للخلف مع رفع الذقن لأعلى لضمان فتح الممر الهوائي

إذا كان المصاب واع ويتكلم فهذا معناه ان ممره الهوائي مفتوح، وإذا كان المصاب فاقد للوعي فتدفع الرأس للخلف مع رفع الذقن لأعلى وإذا كان متوقعا حدوث اصابات بالرأس يرفع الفك السفلى الى اعلى من الزاويتين بأصبع اليدين دون تحريك العنق وإزالة الطعام أو أي جسم غريب او سوائل من الفم وهذا قد يزيل الانسداد (شكل 88).

▪ II– التنفس (Breathing)






شكل (89) يوضح كيفية إجراء التنفس الصناعي

يجب التأكد أن المصاب يتنفس ولا توجد صعوبة أو اصوات غير طبيعية، وإذا كان المصاب فاقد الوعي فيجب المحافظة على الممر الهوائي مفتوحا، واحساس وسماع زفير المصاب من فيه وأنفه ورؤية حركة صدره، وإذا كان المصاب لا يتنفس فيجب البدء فورا في اعطاء تنفس صناعي عن طريق الفم للفم أو الفم للأنف (شكل 89).

▪ III– الدورة الدموية Circulation

يجب التأكد ان القلب ينبض وذلك عن طريق جس النبض على جانبي الرقبة وفي حالة عدم وجود نبض يحتاج الامر الى إنعاش القلب والتنفس وملاحظة أعراض الصدمة مثل رطوبة الجلد وبرودته وشحوب اللون والعرق الغزير وضعف النبض مع ازدياد سرعته.

- IV- الإعاقة **Disability**

يمكن التعرف على الإعاقة الذهنية للمصاب من خلال سؤاله عن اسمه أو ما يعانيه ونرى هل الردود منطقية وتكون الدرجات إما واعٍ أو استجابة للصوت أو استجابة للألم أو غيبوبة. أما الإعاقة الجسمية فيمكن تقييمها عن طريق سؤال المصاب إذا كان منتبها عن أماكن الألم ونسأله أن يحرك أطرافه. ونبدأ بالقدمين الى الذراع والرأس مع تجنب الأجزاء المصابة.

- V- **كشف الإصابات Exposure**

وذلك بخلع أو قص الملابس. مع فحص الجسم من الخلف (مع تحريكه ككتله واحدة)، وفي حالة الحروق لا تنزع الملابس الملتصقة بشدة، والتعامل مع الإصابات فورا مثل النزيف الغزير حتى لا يؤدى إلى صدمة تؤدى للوفاة.

النوبة القلبية

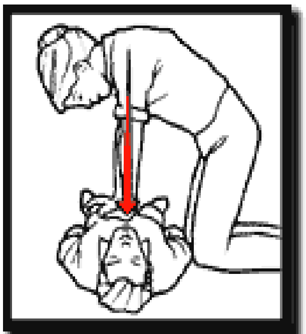
غالباً ما تحدث النوبة القلبية نتيجة لحدوث جلطة أو ضيق شديد بأحد الشرايين التي تغذى عضلة القلب بالدم وقد تكون متكررة، وأعرضها تتلخص في آلام حادة وضاغطة في منتصف الصدر وخلف عظمة القص وقد يمتد الألم الى الكتفين وكذلك الابط او السطح الداخلي لأحد الذراعين أو كلاهما وقد يصل الألم حتى الفك السفلى وقد يشمل عظمتي اللوح بظهر المريض وكذلك يشعر المريض بضيق في التنفس مع عرق بارد وزيادة في سرعة النبض واجهاد شديد وأخيرا قد يكون الوجه شاحباً وقد تزرق الشفتان والاظافر وقد يحدث ألم أعلى البطن ثم يليه القيء كمادة باردة أو دافئة.

كيفية الإسعاف

- نضع المريض في وضع مريح (نصف جالس) ونتأكد من أن الممرات الهوائية مفتوحة واللسان لا يعوق التنفس.
- نطلب من أحد الموجودين الاتصال بالإسعاف لاحضار سيارة مجهزة لإسعاف حالات القلب.
- إذا توقف النبض يتم فورا إنعاش القلب (شكل 90).
- إذا كان المصاب معتاد استخدام دواء وقت الازمة نقوم بمساعدته.
- إذا كان المصاب فاقد الوعي لا يعطى أي سوائل ولا يرش على وجهه ماء.
- ممنوع نقل المصاب.
- طمأنة المصاب ويمنع سيره إلى سيارة الاسعاف.

إنعاش القلب

- وحيث أن توقف القلب والتنفس يؤدى الى عدم وصول الاكسجين للمخ وفقدان الوعي فيجب التدخل خلال 3-5 دقائق لتجنب المضاعفات وعادة فإن توقف القلب يكون نتيجة للصدمة الكهربائية او الاختناق أو الغرق أو جرعات الأدوية الزائدة أو الازمة القلبية والحساسية الشديدة مثل لدغ النحل او الحوادث ومن علامات توقف القلب: توقف الوعي – توقف التنفس – توقف النبض، والمعلوم أن التأخر في الانعاش أكثر من 5 دقائق يؤدى لضمور خلايا المخ والشلل بعد اسعافه.



شكل(90) يوضح كيفية عملية إنعاش القلب

خطوات إنعاش القلب

- هز كتف المصاب بلطف للتأكد من فقدان الوعي.
- إصرخ (هل أنت بخير) للتأكد من فقدان الوعي.
- اطلب من الاخرين احضار الاسعاف المجهز.
- لف المريض بحيث ينام على ظهره مع اسناد الرأس والرقبة.
- أثن الرأس للخلف باليد اليسرى مع رفع اليد لأعلى باليد اليمنى حتى لا يسد اللسان الممرات الهوائية.
- قرب وجهك وأذنك من فم وأنف المصاب لملاحظة حركة الصدر واسمع صوت التنفس الخارج على أحد الخدين للتأكد مما إذا كان التنفس مستمرا او أنه توقف.
- احكم وضع فمك على فم المصاب مع سد أنف المصاب باليد الموضوعة على الجبهة حتى لا يتسرب الهواء للداخل.
- انفخ 2 زفير متتاليين ولاحظ ارتفاع الصدر اثناء اعطاء الزفير.
- دع الزفير يخرج من المصاب.
- أنظر الى حركة الصدر واستمع لصوت الزفير الخارج من المصاب بعد اعطاء كل زفير منك للتأكد من ان الهواء قد خرج.
- افحص النبض من الرقبة.
- إذا وجد نبض ولا يوجد تنفس اعط 12 زفير.
- إذا لم نحس النبض نجلس بجوار كتف المصاب لإجراء تدليك خارجي للقلب (شكل 87).

- تحسس من حافة القفص الصدري صاعدا في المنتصف لتصل الى الغضروف الحنجري أسفل عظمة القص وضع عليه الاصبعين السبابة والوسطى ومؤخرة عظمة اليد ثم ضع اليد الاولى على الثانية.
- اضغط على القفص الصدري من 4-5 سم مع مراعاة ان يكون 50% ضغط و50% انبساط حتى يسمح بملء وتفريغ القلب بانتظام ويراعى ان يكون الضغط من الكتف عموديا لتجنب اصابة الصدر بالكسور وان يكون الكوعان مستقيمان حتى لا تضعف الضغطات.

المخاطر والحوادث المتوقعة في المختبرات

فيما يلي نستعرض أكثر الحوادث تكرارا في المختبرات وكيفية التعامل مع هذه المواقف:

1- وصول رذاذ أو رشاش مادة كيماوية إلى العين

- اذهب إلى دش طوارئ العين ووجه تيار لطيف من الماء النظيف الفاتر لمدة لا تقل عن 15 دقيقة (خمسة عشر دقيقة). وتأكد أن الجفون مفتوحة مع الحذر من أن يحدث تلوث للعين الأخرى من العين الأولى ثم أطلب الرعاية الطبية أو الإسعاف.

2-حدوث تلوث للجسم

- إذا كان التلوث على شكل بودر فتخلص منه أولا باستخدام فرشة وذلك قبل الرش الغزيربالماء ثم قم بإزالة أي ملابس ملوثة وفورا بلل وشـــبع الجلد بالماء مســـتخدما دش الطوارئ إذا كان ذلك ممكنا ثم وجه تيار متدفق من الماء إلى المنطقة الملوثة لمدة لا تقل عن 15 دقيقة (خمسة عشر دقيقة)، ثم بلغ المختصين والإسعاف ......

3-حدوث حروق حرارية Thermal burns

- إذا كان الجلد غير سليم (غير متقطع) فقم بغمر المنطقة الملتهبة بماء بارد نظيف وإذا كان الجلد متهتك، ضع عليه قطعة شاش جافة معقمة أو ضمادة من الشاش من صندوق الإسعافات الأولية ولا تفتح (لا تفقأ) أي بثور ولا تستخدم أي دواء ثم بلغ الطوارئ أو الإسعاف أو الجهات الطبية المختصة ....

4- **حدوث قضمة الصقيع Frostbite من السوائل الفائقة البرودة**

- أغمر المنطقة المعرضة بماء فاتر (ليس ساخنا وليس باردا) ولا تزيل الملابس في حالة تجمدها مع الجلد حتى لا تزيل طبقات من الجلد معها، وفي حالة إزالتها لأي سبب ضع ضمادة جافة معقمة وإي منطقة متضررة يجب التعامل معها بلطف وأما عملية إعادة التسخين Reheating تتم فقط بواسطة متخصصين طبيين محترفين ويتم ذلك في بيئة طبية معقمة.

5- في حالة تناول مواد سامة (بالفم)

- إذا كان الضحية منتبه (واع) فيتم إبلاغ الجهات المختصة بالسلامة في المؤسسة لتقديم خدمة طوارئ طبية، وعندئذ بلغ مشرفك واحتفظ بالحاوية(العبوة) وال "MSDS" الخاصة بالمادة الموجودة بها لأن المعلومات الموجودة بها غاية في الأهمية من أجل المعالجة الطبية، وإذا كان الضحية غير منتبه (غير واع)، بلغ قسم السلامة العامة (أو ما يناظره) لعمل خدمات طوارئ طبية وعندئذ بلغ مشرفك. مع وجوب المحافظة على توفر تيار هواء

مفتوح لإتاحة التنفس المناسب، واحتفظ بالحاوية (العبوة) وال "MSDS" الخاصة بها. لأن المعلومات الموجودة بها غاية في الأهمية من أجل المعالجة الطبية.

6- حدوث استنشاق مادة سامة (غاز سام مثلا)

- بلغ قسم السلامة العامة (أو ما يناظره) لعمل خدمة طوارئ طبية، وعندئذ بلغ مشرفك، واحترس ولا تجعل نفسك ضحية، وتأكد من أن الخطر لم يعد موجودا قبل دخول المنطقة ثم حرك (انقل) الضحية لمنطقة الهواء غير الملوث فورا وحافظ على الضحية دافئا، وإذا كان الخطر موجود في الغلاف الجوي المحيط (في البيئة المحيطة)، فيجب أن يتم إبلاغ فريق الاستجابة للطوارئ أو قسم الحرائق المحلي لعمل تأمين وللاستعداد لحالات الإنقاذ.

7- في حالة حدوث جروح وخدوش (سحجات) Cuts and abrasions





شكل (88) يوضح كيفية التعامل مع النزيف

- احم نفسك من العدوى المحتملة من سوائل الجسم المعدية وذلك بأخذ الاحتياطات القياسية مثل لبس القفازات وواقي الوجه وخلافه وضع وسادة نظيفة معقمة فوق الجرح واضغط مباشرة على الجرح لمنع النزيف وارفع الجزء الذي به النزيف (شكل 88) أما إذا كان الشخص المصاب ينزف بغزارة فيجب إخطار قسم السلامة العامة أو ما يناظره في المؤسسة لعمل الطوارئ الطبية اللازمة، ويجب حفظ المصاب راقدا إذا كان الجرح شديد. وفي حالة ما إذا لم يكن القطع شديد، نظف الجرح واغسل حول الجرح بالماء الدافئ والصابون.

8-في حالة إمساك النار بالملابس Clothing fire

- إذا أمسكت النار بملابسك أسقط نفسك على الأرض ولف نفسك على الأرض (تدحرج) لإطفاء اللهب أما إذا أمسكت النار بملابس أشخاص آخرون، فقم فورا بإسقاط الشخص على الأرض ولفه (دحرجه) على الأرض لخنق اللهب ولا داعي للقلق أو الاضطراب، لأن هذا يؤدي إلى نتائج من شأنها زيادة شدة الحروق والأضرار الناتجة.

ملحوظة: بطانيات الحريق لها أهمية ثانوية، حيث أن الاستخدام الغير مناسب لها يمكن أن يتسبب في زيادة شدة الدخان والأضرار.

9-في حالة حدوث صعقة (صدمة) كهربائية Electric shock

- بلغ قسم السلامة العامة أو ما يناظره لتوفير خدمة طوارئ طبية، ثم بلغ مشرفك، ولا تقترب من أو تلمس شخص متصل بمعدة بها كهرباء حية، وأغلق مصدر الكهرباء بأسرع ما يمكن.

10- في حالة الوخز العرضي من إبرة Accidental needles tick

- بلغ قسم السلامة العامة أو ما يناظره لتوفير خدمة طوارئ طبية، ثم بلغ مشرفك ورش بالماء المنطقة التي تعرضت للوخز لمدة 15 دقيقة على الأقل وفي حالة أي تعرض لمادة، حاول أن يتوفر لديك ال MSDS الخاصة بهذه المادة وذلك لتقديمها لفريق الطوارئ ثم قم بالتخلص من الإبرة طبقا لإجراء التخلص من النفايات الحادة.

الفصل التاسع

إدارة مخلفات المختبرات

Laboratory Waste Management

الفصل التاسع

إدارة مخلفات المختبرات

Laboratory Waste Management

مقدمة

مخلفات المختبرات سـواء كانت كيماوية أو بيولوجية أو طبيعية أو مواد نشـطة إشعاعية وغيرها يمكن أن تشتمل على مخاطر ذات مغزى سواء لصحة الإنسان أو للبيئة إذا لم يتم التعامل معها بشـكل صـحيح. ولذلك يجب عمل اللازم للتأكد من أن كل المخلفات التي تتكون في مبنى المختبر قد تم تحديدها وتعريفها ومعرفة مكوناتها وتم التخلص منها تبعاً للقوانين المعمول بها والقواعد المنظمة وإتباع أفضل الممارسات في إدارتها.

المخلفات الخطرة:

هي المخلفات الصـلبة أو السـائلة أو النصـف صـلبة أو المحتوية على مواد غازية والتي يتم التخلص منها أو إعادة تدويرها إن أمكن أو ما شـابه ذلك من مواد. فالمخلفات الكيماويـة الروتينيـة والتي يمكن تعريفها –طبقاً لكميتها وتركيزها أو الخواص الطبيعيـة والكيماوية لها –بأنها مخلفات قد تسبب أو تشارك بدور في زيادة الوفيات أو إحداث أمراض خطيرة تسـبب عجز جزئي أو عجز كامل أو أنها مخلفات لها علاقة بالتسـبب في مخاطر محتملة شديدة التأثير على صحة الإنسان أو البيئة عند التعامل معها أو تخزينها أو نقلها أو التخلص منها أو غير ذلك من طرق التعامل.

وقد حددت وكالة حماية البيئة ("EPA" Environmental Protection Agency) خصائص للمخلفات الخطرة بكونها تتصف بواحدة أو أكثر من الخصائص التالية:

أولا: القدرة على الاشـتعال وتشـمل السـوائل التي لها نقطة اشـتعال أقل من 140 درجة فهر نهيت، والمواد الصـلبة التي يمكن أن تتسـبب في إحداث اشـتعال من خلال الاحتكاك أو امتصـاص رطوبة أو بسـبب التغيرات الكيماوية الغير متوقعة أو الغازات المضـغوطة القابلة للاشتعال أو المواد المؤكسدة.

ثانيا: القدرة على إحداث تأثير تآكلي وتشمل أي محاليل مائية لها pH أقل من أو تساوي (2) أو أكثر من أو تساوي (12.5) أو أي سائل يمكنه أن يحدث تآكل أو صدأ للصلب (Steel) أكثر من ربع بوصة في السنة.

ثالثا: أي مخلفات تظهر واحد أو أكثر من الخصائص التي يمكن تصنيفها إلى مخلفات نشطة تفاعليا Reactive وهذه المخلفات تتطلب تخزين وتداول خاص خلال نقلها لمكان التعامل معها، ومن هذه مواد غير ثابتة تسبب تغيرات كيماوية شديدة بدون حدوث انفجار ومنها أيضا مواد تتفاعل بشــدة مع الماء ومنها كذلك المواد التي عندما تخلط مع الماء يتولد عنها غازات أو أبخرة أو هباء جوي (ايروسول) بكميات كافية لإحداث خطر على صحة الإنسان أو البيئة. فعلى ســبيل المثال فإن مخلفات الســيانيد أو الســلفيد عندما تتعرض لظروف pH بين (2– 12.5) فإنها سـوف يتولد عنها غازات أو أبخرة أو ضـباب سـام بكميات كافية لأحداث خطر على صـحة الإنسـان أو البيئة. وتضـم المواد التي لها نشـاط تفاعلي Reactive المواد القادرة على التفجير أو إحداث تفاعل انفجاري إذا تعرضت لمصدر يعمل كبادئ اشتعال "Starter"، أو إذا تم تســـخينها في مكان محكم، وكذلك المواد التي لها قدرة على الانفجار أو يحدث لها تحلل مصـــحوب بانفجار على درجة الحرارة أو الضـــغط القياســـي وتعتبر المعادن القلوية Alkali Metals والبيرواكســيدات والســيانيد ومركبات الســلفيد أمثلة للمركبات التي تعتبر مخلفات تفاعلية Reactive Wastes.

رابعا: المخلفات الصـــلبة التي عندما تســتخلص تحتوي أي من المعادن الثقيلة الســـامة أو المبيدات أو المواد العضوية بتركيزات تساوي أو أكبر من المستويات المحددة في جدول سمية النفايات المميزة Toxicity Characteristic Waste D004 – D043

ومن ناحية أخرى فإن وكالة حماية البيئة (EPA) لديها تصنيف للمخلفات الخطرة على أنها المخلفات التي يمكن تقسيمها إلى واحد من الأربعة قوائم التالية: –

1– قائمة "F"

حيث أن المخلفات الخطرة في قائمة "F" هي مخلفات ناشـــئة من مصـــادر غير متخصـصـة والمخاطر في هذه القائمة لها جدول يشتمل عليها مع ملاحظة أن الـــ F001 يعتبر كود يستخدم فقط للمخلفات الـ Degreasing (المزيلة للشحوم).

2- قائمة "K"

هذه القائمة تتكون من مخلفات متخصصة Specific من مصادر صناعية محددة.

3- قوائم "P" and "U"

قوائم المخاطر بالقائمتين "P" , "U" تتكون من الكيماويات التجارية التي يتم التخلص منها ، وكذلك الكيماويات المجهولة التخصص أو المنسكبات من مثل هذه المركبات، شاملة الكيماويات الغير مستخدمة في المختبرات. ومخلفات القائمة "P" (قائمة المخلفات التي تسبب خطر التسمم الحاد) عبارة عن مخلفات تسبب خطر حاد Acute، بينما مخلفات القائمة "U" (قائمة المخلفات الخطرة ("U"وهي مخلفات سامة.

مخلفات خاصة Special Waste:

المخلفات الخاصة هي أي مخلفات صلبة والتي لا تصنف قانونا كمخاطر ولكن بسبب أن كمياتها وتركيزاتها وخواصها الكيماوية أو الطبيعية أو البيولوجية تتطلب تعامل خاص معها ويتم التخلص منها لحماية صحة الإنسان والبيئة.

ومن هذه المخلفات الخاصة: -

المخلفات البيولوجية الطبية (Biomedical) وتشمل الأنسجة الحيوانية المستخدمة في البحوث أو جثث الحيوانات (حيوانات التجارب) والمزارع الميكروبية والأدوات الحادة المستخدمة في التشريح من محاقن ومشارط (شكل 89) وغيرها. كذلك يدخل تحت المخلفات الخاصة أيضا المنتجات البترولية شاملة البترول الخام أو البترول المكرر والحاويات الفارغة للكيماويات الخطرة ومخلفات تحتوي على بولي كربونات PCBs والأسبستوس والبطاريات المحتوية على الرصاص.



شكل (89) يوضح حاويات لتجميع المخلفات الزجاجية الحادة والخطيرة حيويا (أعلى) والمخلفات الزجاجية غير الحادة (أسفل)

مبادئ توجيهية لإدارة النفايات:

أولا: يمنع إلقاء المخلفات الخطرة أو الخاصة في الصرف أو في الـــقمامة (Trash)، وهذه المخلفات يجب تجميعها للتعامل الخاص معها ويتم تخصيص مكان في المختبر لوضع هذه الحاويات بها وتوضـــع في المنطقة المحددة لها في المختبر الخاصـــة بكل منها والاتصـــال بالجهة المسئولة عن التخلص منها. ويراعى أن كل حاوية يجب وضع بطاقة بيانات خاصة بها وتوضـــــع في المنطقة المحددة لها في المختبر مع التأكد من أن كل حاوية مغلقة تماماً وبإحكام ويجب تحديد المكون الرئيســـي لكل حاوية (باســـتثناء الماء) وذلك عندما تكون هذه المخلفات عبارة عن مخلوط Mixture. بمعنى أن كل الحاويات يجب أن تعرّف جيداً وتوضـــــع عليها بطاقة البيانات بالاســـم الكيماوي الصـــــحيح وذلك في بداية تجميع هذه الحاويات. ويلاحظ أن الاسم التجاري والمختصرات والكودات والفورميولات (التركيبة) كل هذا غير مقبول في تعريف الحاويات.

ثانيا: لا يجب أن يوضـــع في الحاويات مخلفات أكثر من خمســـة جالونات بمعنى ألا تملأ الحاوية بالمخلفات تماماً ويجب ترك فراغ مناســـب (مثل عنق الزجاجة مثلاً) في القمة حتى يتم نقل الحاوية بدون حدوث انسكاب. ويراعى ضرورة ألا تخلط مخلفات المذيبات العضوية الهالوجينية مع المخلفات غير الهالوجينية فمعظم المذيبات العضـــوية الهالوجينية تكون مخاطر بيئية دائمة وثابتة وتكون مكلفة عند التخلص منها ولذلك يجب أن تحفظ معزولة بعيداً عن المخلفات الأخرى. كما يجب العلم أنه غير مســـموح بتبخير المذيبات خاصـــة الكلوروفلوروكربون (CFCS) بهدف التخلص منها.

ثالثا: بعض حاويات الكيماويات الفارغة يمكن أن نتخلص منها في القمامة العادية. ويمكن اعتبار الحاويات فارغة إذا تم إزالة كل المواد التي كانت موجودة فيها وبعد أن يتم غســـلها ثلاث مرات بمذيب مناسب واعتبار نواتج الغسيل مواد خطرة بمعنى أن يتم التعامل مع نواتج الغســـيل كمخلفات خطرة. ويراعى منع التخلص من حاويات الكيماويات الفارغة في القمامة العادية إذا كانت هذه العبوات الفارغة تحتوي على المواد الآتية: أحماض–قلويات –مذيبات أو أي من الكيماويات المدونة في قائمة الكيماويات "P" and "U"، وهذه العبوات الفارغة يجب أن تعتبر غير قابلة للاســـتخدام قبل التخلص منها. (كل الحاويات الفارغة للكيماويات

يجب غسـلها ثلاث مرات بمذيب مناسـب قبل التخلص منها ويجب التعامل مع ناتج الغسـيل كمخلفات خطرة. وهناك بديل آخر هو أن نتخلص من حاويات الكيماويات الفارغة كمخلفات خطرة من البداية).

رابعا: يمنع اسـتخدام كلمة Unknown (غير معروف) وذلك عند عمل بطاقات بيانات لكل أوعية أو حاويات المخلفات (شكل 90). ولذلك لا يجب قبول أي نوع من المخلفات إذا كانت المكونات غير معروفة Unknown.



شكل (90) يوضح ضرورة تعريف المخلفات بالإشارات والبطاقات الواضحة

نموذج تطبيقي لإجراءات التخلص من المخلفات: Disposal Procedures

أولاً: المخلفات الكيماوية:

1- الإجراء Procedure

أ. يتم ملء نموذج (مرفق) مســـــتخدمين نفس رقم النموذج كما هو مدون على بطاقة البيانات. وهذا النموذج يكون مطلوب ملؤه (كتابته) لكل حاوية مخلفات، كذلك يكتب الاســم الكيميائي (كاملاً بالحروف وليس مختصــرات أو تركيب كيميائي) وكذلك رقم المذيب (إذا كان مطبقاً) كل هذا يجب لصـقه على كل نوع من المخلفات تم إضـافته للحاوية. ويجب تحديد كل الكيماويات في المخلفات شـاملاً الماء، وتضـاف النسـبة المئوية لكل من المكونات الموجودة. ويجب أيضـــا التأكد من أن تكون كل المخلفات متوافقة Compatible قبل وضعها في الحاوية.

ب. يجب فرز المخلفات تبعاً لنوع الخطر الموجود بها. ويتم اســـتخدام بطاقة بيانات المخلفات لتعريف المخلف والمكان (الموقع location)، ورقم الســـجل

والشـخص المسـئول والمصــدر. ثم نكمل البيانات كما هو Log sheet Number موضح بالنموذج المرفق.

2- التخلص من المخلفات: Disposal

أ. إذا لم يتم التســـليم الفوري للمخلف، فإن الحاوية يجب تخزينها في منطقة تخزين المخلفات مع تأمين المكان. وعندما يتم ملئ الحاوية يتم الاتصـــال بمكتب اللجنة المسئولة في المبنى ويتم لصق نسخة من نموذج بطاقة البيانات على الحاوية.

ثانياً: المخلفات البيولوجية Biological Waste:

المخلفات البيولوجية هي أي مخلفات صـلبة أو خليط من المخلفات الصـلبة التي لها خواص بيولوجية تتطلب تداول خاص وطريقة تخلص تضمن حماية صحة الإنسان والبيئة.

والمخلفات البيولوجية تشمل على سبيل المثال المواد المعدية أو الممرضـة من أماكن الرعاية الصــحية من المســتشــفيات أو من المختبرات، مثل هذه المخلفات تحتوي على ما يمكن أن يكون من مسببات الأمراض أو المواد النشطة بيولوجيا والتي بسبب نوعها وتركيزها وكميتها تكون قادرة على نقل أمراض، وكذلك أي أنسـجة حيوانية أو جثث حيوانات التجارب المطلوب التخلص منها.

3- الإجراء Procedure:

أ. توضــع المخلفات المجمعة بالتنسـيق مع اللجنة (لجنة الصــحة والســلامة مثلاً) في صناديق تجميع مبطنة، مع توفر حاويات الأجسام الحادة، والشنط (الحقائب) الحمراء بالتنسيق مع اللجنة المعنية.

ب. يتم تجميع كل من أجزاء الحيوانات التي تم عمل عدوى لها بممرضـــات أثناء العمل البحثي مثلاً حيث يتم التعامل معها بقتل الكائنات الحية الدقيقة (بالتعقيم) وتوضـــع في أوعيـة أو حـاويـات مغلقـة. كـذلـك كـل المخلفـات الطبيـة الحيويـة الأخرى (Biomedical) توضـــع مباشــرة في حاويات خاصـــة بالمخلفات الطبية الحيوية وتغلق. وأيضــا جثث الحيوانات المســتخدمة في المختبرات لأغراض التعليم والبحوث والواجب التخلص منها.

ج. بخصـــوص الأجســـام الحادة والزجاج فيتم وضـــعها في حاويات خاصـــة ملائمة للمخلفات الحادة ويتم غلقها. مع ضـرورة استخدام معدات وأدوات الحماية الشخصية عند التعامل مع المخلفات الطبية الحيوية Biomedical.

وعندما يتم ملئ حاويات المخلفات الطبية الحيوية لمســـتوى الملىء الكامل في موقع تجميعها، يتم غلقها جيداً وتخزينها في المكان الذي تقوم الجهة المختصـــــة بأخذها منه.

4- التجميع والتخلص من المخلفات: Collection and Disposal

أ. عنـدمـا تكون المخلفـات الطبيـة الحيويـة جـاهزة لكي يـأخـذهـا المقـاول (أو اللجنـة المختصـــة) من مكان التجميع فإن القســـم المختص ســـوف يكمل النموذج الخاص بتجميع المخلفات (مرفق). ثم يتم اســـتدعاء الجهة أو المقاول أو اللجنة المختصـــة بتجميع المخلفات الطبية الحيوية ويتم التنســـيق معها لأخذ المخلفات هذه حيث تقوم بأخذ المخلفات وتخزينها في موقع مركزي. ويراعى أن كل المخلفات سوف يتم أخذها من مواقع التجميع المعتمدة ولا يسمح بوضع مخلفات في الممرات.

ب. المخلفات المعرَّفة ببطاقة البيانات تنقل من موقع التخزين المركزي بواســـطة المقاول المعتمد. وهذا المقاول المعتمد يقوم بنقل المخلفات إلى شـــركة إدارة مخلفات معتمدة والتي بدورها تنقلها إلى المحرقة. ويتم الاحتفاظ بســـجل من المحرقة. ويتم مليء نموذج بجميع المخلفات حيث يحفظ هذا النموذج والســـجل في ملف لـدى اللجنـة المسئولة عن ذلك بالمؤسسة.

كيف نمنع أو نخفض من حجم التلوث بالمخلفات الخطرة

هناك بعض توجيهات وتدابير للمســـاعدة في خفض المخلفات الخطرة التي تنتج في المختبر منها: التقليل بقدر الإمكان من عملية خلط المخلفات الخطرة مع المخلفات الغير خطرة مثل المـاء، وعـدم تخفيف المخلفـات الخطرة. فهـذه لا تزيـد فقط حجم المخلفـات الضرورية بل أيضاً ربما تؤثر على خواص إعادة استخدام هذه المخلفات، والاستثناء الوحيد هو إضافة الماء للكيماويات القابلة للانفجار لحفظها رطبة.

ومن ناحية أخرى فإن فرز المخلفات نوعيا يساعد في هذا الصدد كما أن إحلال كيماويات أقل خطراً مكان الكيماويات الأكثر خطرا في التجارب كلما كان ذلك ممكنا وكذا استخدام الترمومتر الكحولي Spirit filled بدلا من الزئبقي، كل هذه الإجراءات تقلل من حجم المخلفات الخطرة وبالتالي خفض حجم التلوث وهذا يقلل من تكلفة التخلص من المخلفات ويقلل من التلوث البيئي.

نموذج تطبيقي لإجراء التخلص من مخلفات المختبرات

Laboratory Waste Disposal Procedure

1- الغرض من الإجراء Purpose:

هذا الإجراء الاسترشادي يمكن اتباعه في التخلص من المخلفات الخطرة التي تتكون في المختبر لكي يمكن تقليص المخاطر المصاحبة لعملية التخلص من المخلفات في المختبرات.

2- مجال تطبيق الإجراء Scope:

هذا الإجراء يطبق على كل الأفراد العاملين في المختبرات في كلية /مركز بحثي /مؤسسة......... بخصوص المخاطر التي تنشأ عن التخلص من المخلفات الخطرة.

3- مراجع **References**: المواصفات والقواعد المحلية والإقليمية والعالمية.



شكل (91) يوضح حاويات لمخلفات بيولوجية خطيرة

4- التعريفات: Definitions:

- **المخلفات البيولوجية Biological Waste:**

هي مواد بيولوجية من أصل حيواني-إنساني-نباتي-ميكروبي.

- **مخلفات بيولوجية خطرة Biohazards waste**

وهذه قد تشمل المواد المعدية وأطباق الآجار الملوثة والمزارع الحية والخلايا الآدمية والدم (شكل 91) وكل ما يحتك أو يتصل بهذه المواد المذكورة سابقاً من مخلفات أو أدوات يتم التخلص منها تستخدم لمرة واحدة.

- **صناديق الزجاجيات المكسورة الحادة**

وهذه تشمل الصناديق الصفراء الموجودة في المختبرات والمخصصة للأجسام الحادة وتوضع في النفايات المنزلية (Domestic Waste Stream) ولذلك يجب ألا تحتوي على مواد خطرة.

- **صناديق المختبرات المحتوية على مواد ملوثة Contaminated Materials Lab Bin**

هي الصناديق الموجودة في المختبرات للزجاج وورق الترشيح وأوراق التنظيف والقفازات التي لا تخلو من مواد خطرة.

- **صـــناديق المخلفات الخاصـــة بمقاول المخلفات المحتوية على مواد ملوثة Contaminated materials waste contractors bin.**

وهذه توجد في مكان خارج المختبر محدد ومعروف ويتم تفريغ صـــناديق مخلفات المختبرات الملوثة بها.

- **مخلفات ذات سمية للخلايا Cytotoxic Waste**

وهي أي مواد ملوثة بأي متبقيات أو العمليات التي تحتوي مواد ســامة للخلايا خاصـــة التي يكون تأثيرها على تكاثر الخلايا، حيث يتعرض العاملون في إعداد العقاقير ذات الســـمية للخلايا لمخاطر تتعلق بالتهابات جلدية، تفاعلات حســـاســـية، تكون خلايا غير طبيعية (شاذة) أو سرطانات أو تأثيرات مطفرة للخلايا–وهكذا.

- **الزجاج المعتاد (المنزلي) Domestic glass**

وهو الزجاج الذي لا يستخدم في المختبرات مثل جارات القهوة وزجاجات مياه الشرب.

- **الزجاج المختبري Laboratory Glass**

الأدوات الزجاجية المخصصة لأغراض العمل في المختبر.

- **الأجسام الحادة Sharps**

وهي الأجسـام أو الأدوات الحادة أو التي لها حواف صـلبة أو زوايا صـلبة، التي بها نتوءات يمكن أن تخترق أو تقطع الجلد مثل إبر الحقن تحت الجلد والزجاج وشـفرات المشـارط. كل هذه الأجســام الحادة تكون خطيرة من حيث احتمال تســببها في إحداث قطع أو ثقوب وهذه الأجسام الحادة قد تكون ملوثة بمواد سامة أو معدية أو مواد ذات نشاط إشعاعي مما يجعلها تزيد المخاطر المحتملة بشكل معنوي.

- **جمدانة Winchester:**

وعاء زجاجي غالباً 2.5 لتر (حجم) يســتخدم لتخزين المذيبات ومحلول الأمونيا والأحماض المركزة.

5- الإجراء Procedure:

5-1 إجراءات عامة:

- يجب فرز وتعريف المخاطر المحتملة للمخلفات بشكل كامل وتخزينها بأمان ونقلها ومعاملتها والتخلص منها.
- يجب تقليص المخلفات بقدر الإمكان، حيث تخزن المخلفات من الكيماويات والمذيبات في أماكن مناسبة في وضع انتظار للتجميع ويجب ألا يتم تراكمها. ويكون التخلص المنتظم من المختبرات جزء من برنامج السلامة والصحة المهنية.
- يجب عزل المخلفات وعدم خلطها بقدر الإمكان حيث يمكن أن نتوقع تفاعلات بينها (مع مراعاة التوافق الكيماوي بين المواد الكيماوية).
- إذا تكون لدينا كمية كبيرة من نوع معين من المخلفات يتم وضعها في حاوية خاصة بها.
- يجب التأكد من أن الحاوية لا يحدث بها تسريب ولا يحدث انسكاب على الحاوية من الخارج.
- لا يســمح للعاملين الغير مدربين ولا للطلبة بالتعامل مع المخلفات الخطرة ولا يتم إسناد مثل هذه المسئولية لهم. ويجب استعمال أدوات الحماية خلال التعامل مع المخلفات الكيميائية. ويجب الرجوع لل MSDS (أوراق بيانات السلامة للكيماويات).

5-2 إجراءات المختبر:

1-كل نوعيات المخلفات المحتملة التي تنشأ في عمليات المختبر تحتاج لتقييمها واختيار الطريقة المناسبة لها قبل تكونها بالفعل.

2- يجب تجميع المخلفات في حاويات مناسبة وعمل بطاقة تعريف مناسبة.

3- يتم عمل جدول يشـــمل تعريف المواد الخطرة وبطاقات التعريف المناســبة لها والحاويات الملائمة لها.

3-5 التعامل مع أنواع خاصة من المخلفات Issues with particular waste types.

- كل من فئة 1 (قابلة للانفجار)، وفئة (4) (القابلة للاحتراق أو للاشـــتعال تلقائياً) مخلفات هذه الفئات لا يمكن التخلص منها بالطرق التي ســوف نذكرها فيما بعد (راجع ما ذكر سابقاً).
- مخلفات المذيبات الهالوجينية يتم تجميعها في أوعية مخلفات كمذيبات هالوجينية. وهذه يجب حفظها معزولة عن المذيبات العضوية الأخرى حتى لا يحدث خطر فعلى سبيل المثال: مخلوط الأسيتون والكلوروفورم يمكن أن يحدث انفجار.
- الكيماويات الجافة يجب وضـعها في برميل صـغير (ليس أكثر من 5 لتر) وتوضـع عليه بطاقة توصيف "مخلفات كيماوية للتخلص منها".
- المؤكسدات القوية والمواد المختزلة (كلورات-برومات-بيرواكسيدات- أيودات- تراب المعادن- هيبوكلورايت و ..... إلخ) لا يجب وضـــعها في هذه البراميل الصـــغيرة، بل يجب مراجعة المشـــرف عن التخلص من هذه الكيماويات الجافة القابلة للتفاعل (Reactive) وهذه لا يجب مطلقاً وضعها مع الكيماويات العضوية.

1.3.5المواد العالية التفاعلية Highly Reactive Substances:

مثل الأمينات-المركبات الفوسفورية-انهيدريد الخل-كلوريد الاستيل كل هذه لا يجب مطلقاً وضعها في حاويات المخلفات العامة.

- الكميات الكبيرة من أي كيماويات يجب أن تعاد للمخزون للاســـتعادة Recovery أو للتخلص منها.
- لا تلقي في الصـــرف المذيبات الســـريعة التبخر Volatile (المتطايرة)، والمواد ذات الرائحة الكريهة التي يمكن أن تدخل إلى الصرف من خلال أجهزة التبخير الدوار Rota vapor، أو ما شابه ذلك.

- لكيلا تدخل رائحة كريهة من الصـــرف إلى المختبر، يجب أن تفكر عن ماذا أنت تلقي في هذا الصــرف خاصــة الصــرف من دولاب الغازات، حيث أنك ربما تكون على غير دراية بالروائح الكريهة التي تكون قد تسربت. ويجب التأكد من أن المصائد (Traps) يتم اســتخدامها ويتم إعادة ملئها دورياً لمنع دخول المواد الخطرة إلى الصــرف أو إلى طريق الماء.

5-3-2 التخلص من الزجاج Glass Disposal:

- الجمدانات والأدوات الزجاجية المنزلية يجب ألا توضع في صناديق المختبر العادية.
- الجمدانات الفارغة (نظيفة وجافة) يجب أن تؤخذ لموضـــع يتم تحديده به صـــناديق إعادة تدوير الجمدانات في مكان محدد.
- تزال أغطية الجمدانات المحتوية على مذيبات وتغســـل الجمدانات المحتوية على أحماض قوية قبل التخلص منها.
- الصناديق الصفراء الخاصة بمخلفات الزجاج ليست للتخلص من الأجسام الحادة مثل المحاقن (السرنجات) والمشارط وغيرها وليست للأدوات الزجاجية المحتوية على مواد خطرة، حيث أن محتويات ومكونات هذه الصناديق تذهب إلى المخلفات المنزلية.
- الصـــناديق الصـــغيرة يمكن اســـتخدامها للزجاجيات المكســـورة في المختبرات وهذه الصناديق الصغيرة غير الصناديق الصفراء الكبيرة ولكن تكون معرفة بوضوح. وعند نقل هذه الصـناديق الصـغيرة إلى الصـناديق الكبيرة، فيجب أن نتأكد من أن الإغلاق محكم تماماً.

5-3-3 المخلفات النشـــطة إشـــعاعياً-مخلفات ذات ســـمية للخلايا-مخاطر بيولوجية والأجسام الحادة:

- إذا كانت الأجســـام الحادة ملوثة بمخاطر حيوية أو مواد تســـبب ســـمية للخلايا فإن الحاوية لهذه الأجســـــام الحادة يجب أن توضـــــع في حقيبة ملائمة للتخلص من المخلفات وعليها بطاقة توصيف ملائمة وهذه الحقيبة تكون مصممة لهذا الغرض.

- يتم فرز المخلفات البيولوجية إلى غير معدية ومعدية، وأجسام حادة، والمخلفات التي تحتوي كائنات حية دقيقة حيث يمكن معاملتها بالمعقم بالبخار (الأوتوكلاف) أو المطهرات الكيماوية.

التخلص من النفايات النشطة إشعاعياً مكلف جداً، لذلك فإن المختبر يجب أن يضمن أن النفايات النشطة إشعاعياً (شكل 92) تم عزلها والكميات المسجلة بدقة عنها محتفظ بها، وإدارة هذه المخلفات (النفايات) يجب أن تتضمن جهوداً لتقليلها أو تقليل كمياتها إلى أدني حد بدون التساهل أو المساومة في معايير السلامة. وهناك العديد من العوامل التي تحدد الطريقة التي يمكن أن نستخدمها في التخلص من النفايات النشطة إشعاعياً، وهذه العوامل تشمل فترة نصف العمر Half – life ، والتركيب الكيماوي (المكونات) Chemical constituents ، والشكل المادي (سائلة – صلبة) .Physical form ، ومعدل الجرعة Dose rate.والخصائص المادية الأخرى (المصدر مغلق – على شكل كبسولة – مفتوح).

* عموما فإن معظم النفايات الصلبة التي تحتوي على نظائر مشعة بفترة نصف عمر لا تزيد عن 120 يوم يتم تداولها خلال برنامج التخزين المركزي للاضمحلال Decoy-in-storage للتخلص النهائي كنفايات طبية غير نشطة إشعاعياً وهذا البرنامج يتم تحت إشراف الجهة المخولة ويقوم بالتنفيذ القسم المختص بهذا التعامل.

- النفايات الصلبة التي تكون ملوثة بمواد تحتوي نويدات مشعة ولها فترة نصف عمر أكثر من 120 يوم فهذه المخلفات يتم التعامل معها من خلال التعاقد مع شركات متخصصة ويكون تحت إشراف الـ الجهة المخولة.
- بعض النفايات السائلة يتم التخلص منها من خلال برنامج الصرف الصحي. وكل المخلفات السائلة التي لها وميض (Scintillation) يتم التخلص منها من خلال شركات متخصصة يتم التعاقد معها ويكون تحت إشراف الجهة المخولة.



شكل (92) يوضح حاويات خاصة بالمخلفات النشطة إشعاعيا

سجل حصر المخلفات الكيماوية

رقم سجل المخلف .... تاريخ: ....

قسم: .... مبنى .... حجرة .... تليفون داخلي ....

هذا السجل مطلوب لكل حاوية مخلفات. يجب أن يتضمن هذا السجل كل من الاسم الكيميائي (بالحروف وعدم اســـتخدام أي مختصـــرات أو التركيب البنائي للمركب) كذلك رقم CAS، مذيب (إذا كان ذلك مطبقاً)، الكمية والتركيز. تأكد أن كل المخلفات من الكيماويات المتوافقة Compatible قبل وضـــعها في الحاوية. ويوضع في كل حاوية فقط الكيماويات المتوافقة ويتم وضع بطاقة توصيف مناسبة.

المخلفات يجب تصـنيفها تبعاً لنوع الخطر الموجود بها. الاسـم الصـحيح الملائم لكل المخلفات سـوف يكون المخلف يليه الاسم الكيماوي. يستخدم بطاقة التصـنيف للمخلف لتعريفها وتحديدها ومن جهة أخرى إذا كان مصـــدر (generator) المخلفات لم يكن معرفاً بطريقة إيجابية، فإن المخلف ســوف يرســل إلى المختبر المتعاقدين معه لتحليلها ويضـــاف تكلفة التحليل للفاتورة. وعندما تمتلئ حاوية المخلفات يتم اســتدعاء اللجنة (المختصة) ويوضع نسخة من سجل المخلف على الحاوية.

الاسم الكيماوي و # CAS	المذيب	%

المخاطر الكيماوية والطبيعية:

قابلة للاشتعال ☐ مؤكسدة ☐ سامة ☐ تآكلية ☐ قابلية للتفاعل ☐

مخاطر خاصة ....

خصائص المخلفات:

درجة الـ pH .... هل هي مذيبات هالوجينيه؟ نعم ( ) لا ( )

الاحتياطات بخلاف القفازات والنظارات الواقية / مريلة (بالطو): .... أنا بموجب هذه الوثيقة أصادق على أن المعلومات المذكورة أعلاه كاملة ودقيقة وقابلة للتقدير وأنه لا يوجد إغفال متعمد.

الاسم: .... الوظيفة: .... التوقيع: .... التاريخ: ....

بطاقة توصيف (بيانات) المخلفات الكيماوية Chemical Waste Label:

كلية.......... جامعة..............–المملكة العربية السعودية

سجل مخلفات رقم .... تاريخ: ....

قسم: .... مبنى: .... حجرة: ....

المخاطر الكيماوية والطبيعية:

☐ قابلة للاشتعال ☐ مؤكسدة

☐ سامة ☐ تآكلية

☐ تفاعلية

مخاطر خاصة ....

....

المكونات النسبة المئوية

....

....

....

....

اتصل باللجنة المختصة ( ) تليفون .... لأخذ هذه المخلفات

عنوان الكلية–طريق ....– ....

نموذج تجميع مخلفات حيوية

Biowaste Collection Form

التاريخ: ....

الشخص المسئول: ....   القسم: ....

مكان التجميع: ....   تليفون رقم ....

أنا أصـــادق أن المعلومات التالية صـــحيحة على حد علمي، المعلومات والتصـــديق بأن المخلفات الحيوية الطبية موجودة في حاوية مناسبة للتداول والتخزين.

توقيع المندوب المفوض (ذو الصلاحية)

نوع المخلفات الحيوية الطبية / نوع الحاوية	**الكمية**

المراجع

المراجع العربية

أحمد محمد عايش وآخرون " تقييم التدريب" – دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع – الفاهرة-2014.

جمعية الهلال الأحمر السعودي. محاضرة" مبادئ الإسعافات الأولية" تنفيذ إدارة التدريب بمنطقة مكة المكرمة-برنامج الأمير نايف. ألقيت بكلية العلوم والآداب بخليص-جامعة الملك عبد العزيز. 2011م/ 1432هـ.

فريد عبد العزيز هلال. محاضرة "الحرائق ومكافحتها" الأستاذ بالمركز القومي للبحوث، الدقي -القاهرة 2009

سعيد شلبي. محاضرة "الإسعافات الأولية" أستاذ أمراض الكبد بالمركز القومي للبحوث الدقي -القاهرة 2008

شريف السماحي "إدارة المخاطر الأمنية بالمنشآت" مركز الخبرات المهنية للإدارة "بميك" الجيزة 2007 الطبعة الأولى.

اتحاد الخبراء الاستشاريين الدوليين. محاضرات السلامة والصحة المهنية - القاهرة - 2006

أحمد محمد عايش "معايير الجودة والسلامة في المعامل" في إطار GLP & ISO / IEC 17025 الأكاديمية الحديثة للكتاب الجامعي – القاهرة.2005 م - 1426هـ.

محمد فتحي شريف "المرشد في الإسعافات الأولية" هيئة الهلال الأحمر السعودي الرياض. 2005 م - 1426هـ.

English References

ISO 18001 (2007). Occupational Health and Safety Management (OHSMS) Standard.

Laboratory Safety Guide Laboratory Safety Procedures University of Wisconsin-Madison Safety Department (608) 262-8769 .

Prudent Practices for Handling Hazardous Chemicals in Laboratories, National Research Council, National Academy Press, Washington DC, 1981.

Prudent Practices in the Laboratory, National Research Council, National Academy Press, Washington DC, 1995.

Safety in Academic Chemistry Laboratories, Fifth Edition, a publication of the American Chemical Society, 1990.

Laboratory Biosafety Manual North Carolina State University Environmental Health & Safety Center 2620 Wolf Village Way Raleigh, NC 27695 (2010).

Laboratory Waste Management Guidelines, Environmental Health & Safety, May 2003.

The National Academies Press Washington,(2010).Chemical Laboratory Safety and Security, A Guide to Prudent, Chemical Management, Lisa Moran and Tina Masciangioli, Editors Committee on Promoting Safe and Secure Chemical Management in Developing Countries.

Field Safety at NEES@UCSB Facilities NEES@UCSB.
A Collaboration of Brigham Young University
The University of California at Santa Barbara and the University of Southern California. Revision 1.7, May 8, 2012.

Handbook of Laboratory Health and Safety(1995), Second Edition R. Scott Stricoff And Douglas B. Walters A Wiley-Interscience Publication JOHN WILEY & SONS, INC. New York.

Radiation Safety Manual, Princeton University Environmental Health & Safety Radiation Safety Manual for Laboratory Users.

http://web.princiton.edu/sites/ehs/radmanual/radman_sec_7.htm

Bio Safety Manual ,Laboratory Procedures and Equipment, Princeton University Environmental Health & Safety.
b.princiton.edu/sites/ehs/biosafety/biosafety page/section4.htm.
Dept. of Life Sciences, Faculty of Natural Sciences "Guidance for fieldwork experiments on the Silwood Park campus.

Burtis, C. A. and Ashwood, E.R. (2001): Dietz Fundamental of Clinical Chemistry. Fifth Edition-Aaunders W.B. Company, USA.

Huber, L. (2003): A primer good laboratory practices and current good manufacturing practice. Agilent Technologies- Waldbronn, Germany.

Laboratory Accreditation Bureau (2002): Guidance for Documenting ISO/IEC 17025 & Laboratory Guidance.

WHO (2003): Laboratory Biosafety Manual. Second Edition, Geneva.
GPT O2 International Standard ISO/IEC 17025 (2002): General requirements for the competence of testing and calibration Laboratories.

Gomaa, M.N.E.; Ayesh, A.M; Soliman, K.M. and Khayria Naguib(1994). Assessment of Toxicity of aflatoxins products detoxified by high pressure ammoniation.. The African Journal of Mycology and Biotechnolgy . Vol., 2 (3) :225-236

Abou-Arab, A. A. K.; Ayesh, A. M. ; Amra, H. A. and Khayria Naguib(1996): Characteristic levels of some pesticides and heavy metals in imported fish. Food Chemistry, Vol 57(4): 487-492.

Ayesh, A. M. (1997): Biogenic amines content, pesticide and heavy metal residues during the processing of sauerkraut and pickled cabbage. Egyptian Journal of Nutrition. Vol. 12(3): 1-24.

Ayesh, A. M.; soliman, K.M. and Badawy A. (1997). Aflatoxin reduction in contaminated corn and wheat during processing of some Egyptian foods., J.Agric. Sci. Mansoura Univ., 22 (5): 1651-1659,.

Gomma, M.N.E.; Ayesh, A. M.; Abdel-Galil , M.M.; and Kahyria Naguib (1997). Effect of high-pressure ammoniation procedure on detoxification of aflatoxins. Mycotoxin Research, Vol.13, 23-34.

Ayesh, A. M. and Ismail B. R. (2001): Mycoflora and toxigenic fungi during storage and processing of peanut. J. Egypt. Soci. Toxicol., 25(July):9-14.

Foaad, M. A.; Ayesh, A. M. and Swailem, M. H. (2002): Efficiency of gamma irradiation on patulin elimination production by apple mycoflora. Egypt. J. Food Sci., 30(1): 289-312.

Ayesh, A. M.; Swailam, H. M. and Foaad, M. A. (2002): Effectiveness of gamma irradiation in degradation of fumonisin contaminated corn. J. Egypt. Soci. Toxicol.Vol. 27: 45-51.

Ayesh, A. M. and Osman, M. M. (2003): Bioactivity of Brevibacterium linens against the growth and aflatoxins production by Aspergillus flavus. J. Egypt. Soci. Toxicol. Vol. 28(Jan):1-7.

Abdel Hameed A .A.; Ayesh A. M., Abdel Razik M. M. and Abdel Mawla H.F. (2012): Fungi and some mycotoxins producing species in the air of soybean and cotton mills: a case study. Atmospheric Pollution Research 3: 126-131.

Abdel Hameed A. A., A. M. Ayesh, M. Abdel Razik and H.F., Abdel Mawla (2013). Ultraviolet radiation as a controlling and mutating agent of environmental fungi. Management of Environmental Quality: An International Journal, Vol. 24(1), pp 53-63.

الملاحق

APPENDICES

ملحق (1)

وحدات القياس الدولية

أولا: الوحدات الأساسية
SI base units

Quantity	SI Unit	
	Name	Symbol
length	meter	M
mass	kilogram	kg
time	second	s
electric current	ampere	A
thermodynamic temperature	kelvin	K
amount of substance	mole	mol
luminous intensity	candela	cd

ثانيا: الوحدات المشتقة معبر عنها على أساس الوحدات الأساسية
SI derived units expressed in terms of base units

Quality	SI Unit	
	Name	Symbol
area	square meter	m^2
volume	cubic meter	m^3
speed, velocity	meter per second	m/s
acceleration	meter per second	m/s^2
wave number	squared reciprocal meter	m^{-1}
density, mass density specific	kilogram per cubic meter	kg/m^3
volume	cubic meter per kilogram	m^3/kg
current density	ampere per square meter	A/m^2
magnetic field strength	ampere per meter	A/m
concentration		
(of amount of substance)	mole per cubic meter	mol/m^3
luminance	candela per square meter	cd/m^2

ثالثا: البادئات (الكلمات البادئة للوحدات الأساسية)

SI prefixes

Factor	Prefix	Symbol	Factor	Prefix	Symbol
10^{24}	yotta	Y	10^{-1}	deci	d
10^{21}	zetta	Z	10^{-2}	centi	c
10^{18}	exa	E	10^{-3}	milli	m
10^{15}	peta	P	10^{-6}	micro	μ
10^{12}	tera	T	10^{-9}	nano	n
10^{9}	giga	G	10^{-12}	pico	p
10^{6}	mega	M	10^{-15}	femto	f
10^{3}	kilo	k	10^{-18}	atto	a
10^{2}	hecto	h	10^{-21}	zepto	z
10^{1}	deka	da	10^{-24}	yocto	y

رابعا: الوحدات المستخدمة مع النظام الدولي

Units in use with the International System

Name	Symbol	Value in SI units
minute	min	1 min = 60 s
hour	h	1 h = 60 min= 3600 s
day	d	1 d = 24 h= 86 400 s
degree	°	1° = (π /180) rad
minute	′	1′ = (1/60)° =(π/10 800) rad
second	″	1″ = (1/60)′=(π/648 000) rad
liter	l,L	1L =1 $dm^3=10^{-3}m^3$
tone	t	1t = 10^3 kg

خامسا: رموز الوحدات

Symbols of units

Unit	Symbol	Unit	Symbol
meter	m	ampere	A
square meter	m^2	volt	V
cubic meter	m^3	watt	W
micron	μ	ohm	Ω
liter	l	coulomb	C
gram	g	farad	F
ton	t	henry	H
second	s	hertz	Hz
erg	erg	poise	P
dyne	dyn	newton	N
degree Celsius	°C	candela (new candle)	cd
degree solute	°K	lux	lx
calorie	cal	lumen	lm
bar	bar	stilb	sb
hour	h		

ملحق (2)

المقاومة الكيماوية للقفازات

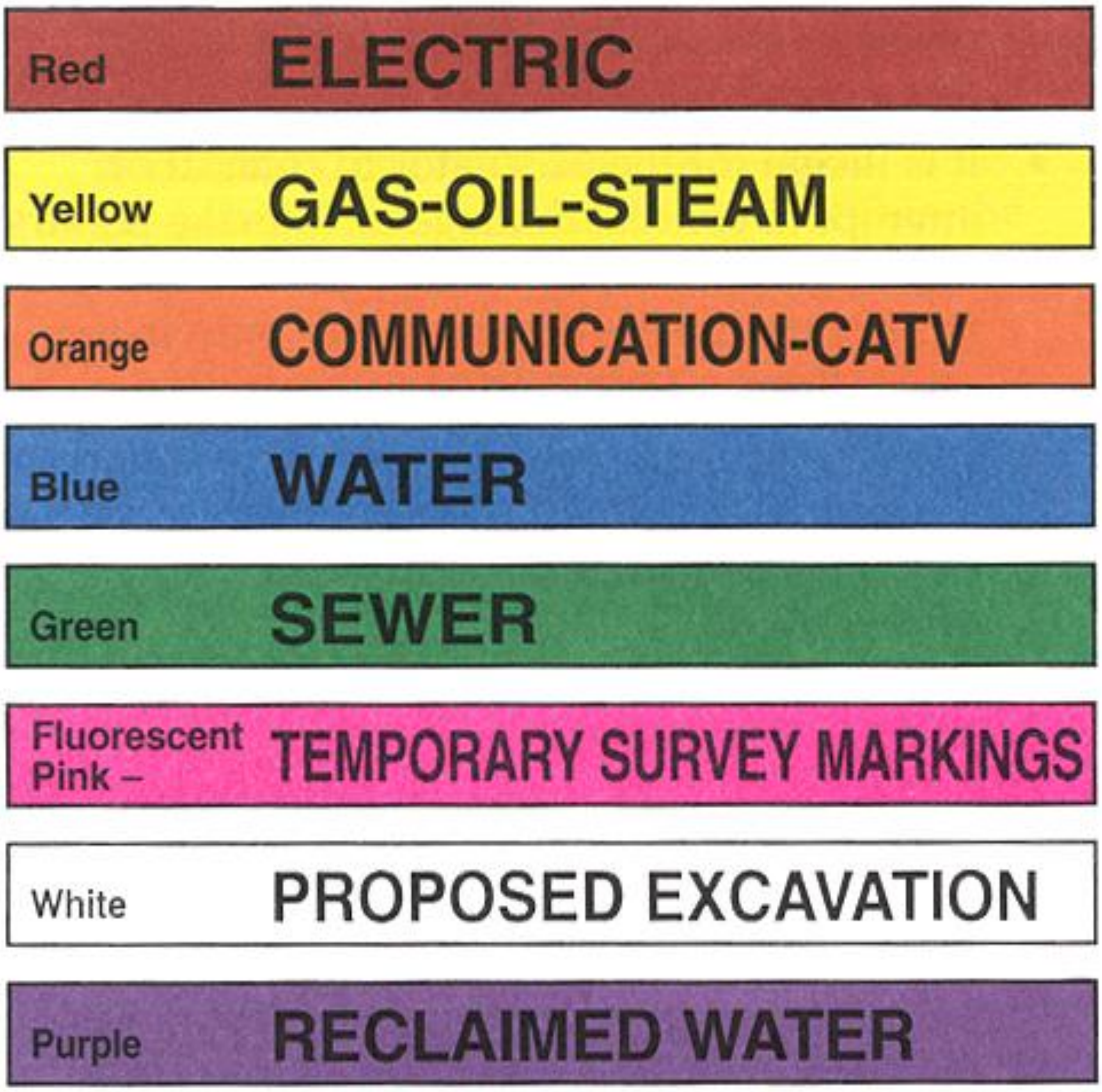
Glove Chemical Resistance

Chemical	Nitrile	Natural	Yellow	Chemical	Nitrile	Natural	Yellow
Methanol	E	P	G				
Lactic Acid	E	NT	G	Sodium Hydroxide, 50%	E	E	E
Kerosene	E	F	P	Potassium Hydroxide, 50%	E	G	E
Isopropanol	E	F	G	Calcium Hydroxide	NT	E	E
Isooctane	E	NT	P	Ammonium Hydroxide	E	P	E
Isobutyl alcohol	E	F	NT	Common Bases			
Hydrogen Peroxide	E	E	NT				
Hydrazine	E	NT	NT	Sulfuric Acid, 95%	NR	NT	NR
Hexane	E	NR	P	Sulfuric Acid, 10%	E	E	G
Glycerine	NT	E	G	Phosphoric Acid	E	E	NT
Gasoline	E	NT	P	Perchloric Acid	E	NT	NT
Furfural	NR	F	NT	Nitric Acid, 70%	NR	NT	NR
Formalin	E	F	E	Nitric Acid, 10%	E	E	NR
Ethylene Glycol	E	E	F	Hydrofluoric Acid, 48%	E	G	NT
Ethyl Acetate	NT	P	F	Hydrochloric Acid, 10%	E	NT	E
Ethanol	E	G	E	Hydrochloric Acid, Con	E	G	P
Dioxane	NR	P	P	Formic Acid, 90%	F	F	G
Dioctyl Phthalate	G	F	F	Chromic Acid, 50%	F	F	NT
Dimethyl Sulfoxide	E	P	P	Acetic Acid, Glacial	G	F	E
Dimethyl Formamide	NR	F	P	Common Acids			
Diethyl Ether	E	P	P				
Diesel Fuel	NT	NT	P	Xylene (Xylol)	G	NR	NR

Chemical	Nitrile	Natural	Yellow	Chemical	Nitrile	Natural	Yellow
Diethylamine	**F**	**NT**	**P**	**Turpentine**	**E**	**NT**	**NT**
Dibutyl Phthalate	**G**	**G**	**F**	**Triethanolamine**	**E**	**NT**	**NT**
Cyclohexanol	**E**	**G**	**NT**	**Tricresyl Phosphate**	**E**	**NT**	**NT**
Citric Acid	**E**	**E**	**G**	**Trichloroethylene**	**NR**	**NR**	**NR**
Chloroform	**NR**	**NR**	**NR**	**1,1,1-Trichloroethane**	**F**	**NR**	**NR**
Chlorobenzene	**NR**	**NT**	**NR**	**Toluene (Toluol)**	**F**	**NR**	**NR**
Cellosolve Acetate	**F**	**P**	**P**	**Tetrahydrofuran**	**NR**	**NR**	**NT**
Cellosolve	**G**	**P**	**NT**	**Stoddard Solvent**	**E**	**NT**	**NT**
Carbon Tetrachloride	**G**	**NR**	**NR**	**Sodium Hypochlorite**	**NT**	**E**	**NT**
Carbon Disulfide	**G**	**NR**	**NT**	**Propyl Alcohol**	**E**	**P**	**G**
Calcium Hypochlorite	**NT**	**NT**	**G**	**Perchloroethylene**	**G**	**NR**	**NR**
Butyl Alcohol	**E**	**F**	**NT**	**Oxalic Acid**	**E**	**G**	**G**
Butyl Acetate	**F**	**P**	**P**	**Octyl Alcohol**	**E**	**NT**	**NT**
Benzene	**P**	**NR**	**NR**	**Nitrobenzene**	**NR**	**F**	**P**
Benzaldehyde	**NR**	**NT**	**P**	**Naphthas, VM&P**	**E**	**NR**	**NT**
Aqua Regia	**F**	**G**	**NT**	**Morpholine**	**NR**	**NR**	**NT**
Aniline	**NR**	**F**	**NR**	**Mineral Spirits**	**E**	**NT**	**F**
Amyl Alcohol	**E**	**F**	**G**	**Methyl Methacrylate**	**P**	**P**	**NT**
Amyl Acetate	**E**	**P**	**NT**	**Methyl Isobutyl Ketone**	**P**	**P**	**P**
Acetonitrile	**F**	**P**	**P**	**Methyl Ethyl Ketone**	**NR**	**P**	**F**
Acetone	**NR**	**P**	**E**	**Methylamine**	**E**	**NT**	**P**
Acetaldehyde	**P**	**NT**	**P**	**Methylene Chloride**	**NR**	**NR**	**NR**

Key: E=Excellent; G = Good; F = Fair; P = Poor; NR = Not Recommended; NT = Not Tested
Nitrile = Ansell Edmont SolVex® nitrile latex; Natural = Marigold Industrial® natural rubber/neoprene unlined latex;
Yellow = Best Value Masters® lined natural latex
This glove selection does not protect against all chemicals. For aggressive chlorinated solvents trichloroethylene, order some Silvershield® or polyvinyl alcohol gloves such as chloroform and from a safety equipment vendor

ملحق (3)
كود الألوان لخطوط الخدمات



اللون الأحمر: خدمة الكهرباء
اللون البرتقالي: خدمة خطوط الاتصالات
اللون الأخضر: خطوط الصرف الصحي
اللون الأبيض: حفريات مفترضة

اللون الأصفر: خدمة الغاز والبترول والبخار
اللون الأزرق: خطوط الماء
اللون الوردي الفلورسنتي: علامات مسح مؤقته
اللون الأرجواني: الماء المعالج

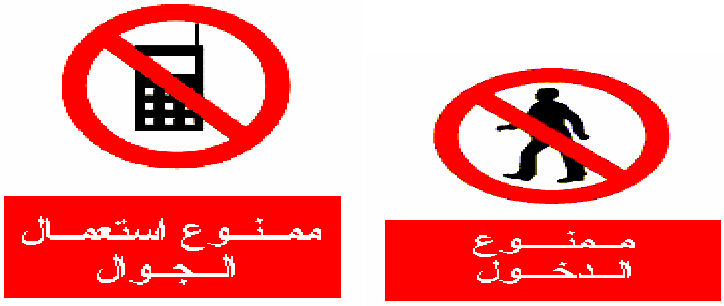
ملحق (4)
رموز وإشارات السلامة والأمان





الألوان المميزة لإشارات وعلامات السلامة الواجب اتباعها في المختبرات

1-اشارات المنع باللون الأحمر



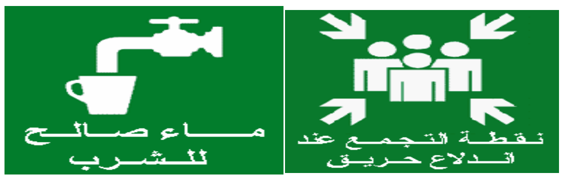
2- اشارات خطورة المواد الكيماوية باللون البرتقالي



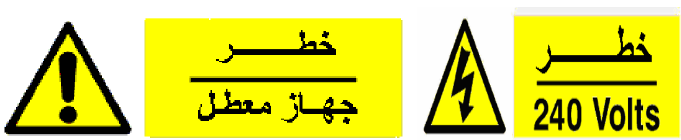
3- الاشارات الاجبارية باللون الأزرق



4- اشارات الاستدلال والمعلومات باللون الأخضر

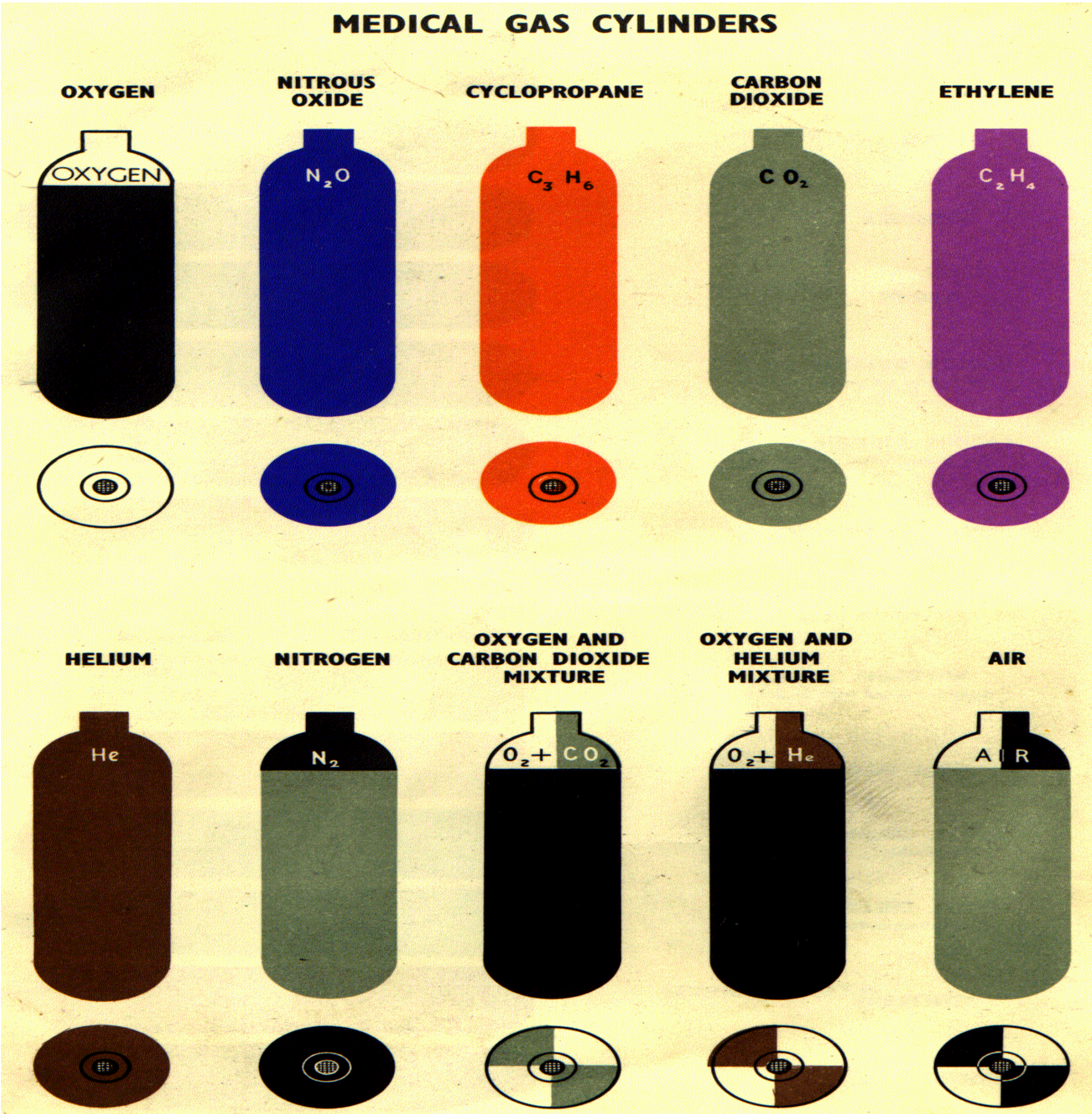


<u>5- اشارات التحذير باللون الأصفر</u>



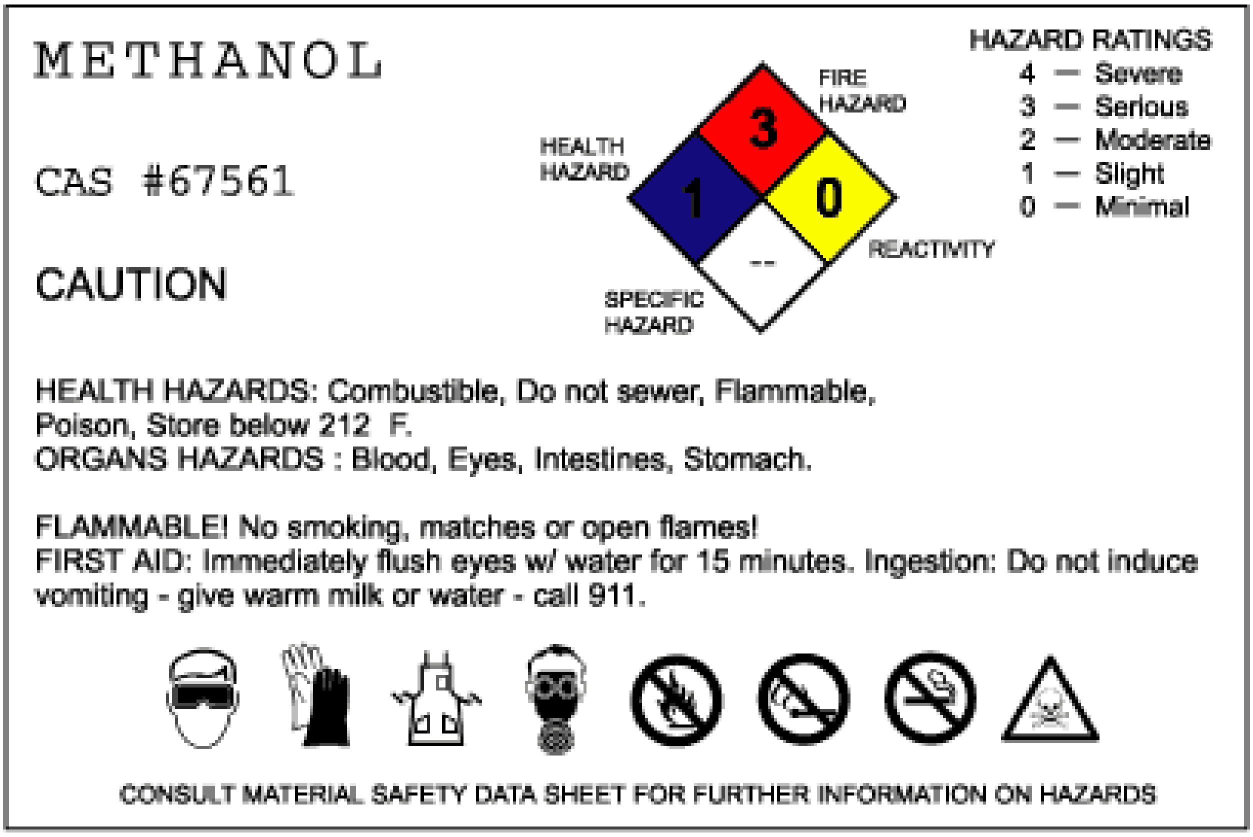

WARNING
CAUTION
DANGER
FIRST AID BOX
DANGER
KEEP OUT
DANGER
DO NOT ENTER
WARNING
CAUTION
CRUSH ZONE
RADIATION
POISON
BIOLOGICAL
HIGH VOLTAGE
CORROSIVE
FIRE
EXPLOSIVE
LASER
CAUTION RADIOACTIVE MATERIALS
BIOHAZARD
BIOSAFETY LEVEL
2
TOXIC CHEMICALS
CANCER HAZARD
CANCER SUSPECT AGENT
Reproductive
Hazard
Food & Beverage Prohibited

كود ألوان أسطوانات الغاز المضغوط





نماذج لأوراق البيانات والسلامة MSDS لبعض الكيماويات



نموذج لأوراق البيانات والسلامة MSDS للميثانول

مكتبة الشقري
Al-Shegrey Bookstore

الشقري للنشر والخدمات الجامعية المتطورة
Publishing & Advanced University Services
ALSHEGREY

جدة حي الجامعة
الرياض - العليا - ص.ب ٨٨٣٣ الرياض ١١٤٩٢
هـاتف: ٠١١ ٢١٧٠٢٢٧ - فـاكس: ٠١١ ٢١٧٢٠٩٤
alshegry@bookstores1.com

ردمك: ٧-٨١٦٦-١-.١-٣-٦٠٣-٩٧٨